Istituto Nazionale di Astrofisica
Osservatorio Astronomico di Padova
Relazione Scientifica 2002

Premessa

Ormai è tradizione che all'inizio di ogni anno si prepari la relazione sull'attività scientifica svolta nell'anno precedente. Il compito non è sempre facile in quanto si tratta prima di decidere quale taglio dare alla relazione, quali argomenti trattare più in dettaglio, quanto approfonditi debbano essere i vari contributi etc. Quest'anno abbiamo cercato di seguire strettamente quanto era stato presentato nel piano triennale 2002-2004 in modo da potere verificare quali "promesse" erano state fatte e quanto sia stato mantenuto. Devo dire, con soddisfazione ed orgoglio, che l'attività di ricerca svolta nel 2002 continua a mantenersi elevata e addirittura migliora gli alti livelli nazionali ed internazionali raggiunti in passato, sia nel campo osservativo che teorico che tecnologico. Tutto questo grazie all'impegno del personale di ricerca, coadiuvato nel suo lavoro da quello svolto anche dal personale tecnico, amministrativo e ausiliario.

Purtroppo le previsioni per il futuro prossimo non sono delle migliori: da una parte i noti tagli al finanziamento della ricerca scientifica stanno ponendo gravi problemi all'attività di ricerca ed al funzionamento stesso dell'Osservatorio; dall'altra, la riforma dell'Istituto Nazionale di Astrofisica a poco più di un anno dalla sua nascita, non potrà che portare ad una paralisi istituzionale. Non bisogna essere delle Cassandre per temere un 2003 piuttosto difficile.

È veramente il caso di dire: "Per aspera ad astra"

Il Direttore
Massimo Calvani

Indice

1 SISTEMA SOLARE E PIANETI EXTRASOLARI **5**

1.1 Studio di una Wide Angle Camera per la missione ESA BepiColombo 6
1.2 Spettroscopia ad alta risoluzione di comete 7
1.3 Atmosfere planetarie 7
1.4 Ricerca di pianeti extrasolari 8

2 STELLE E MEZZO INTERSTELLARE **11**

2.1 Origine e successiva evoluzione delle popolazioni dello Sferoide Galattico 12
2.2 Lo studio tridimensionale della Galassia 14
2.2.1 Spettroscopia per il satellite GAIA 14
2.2.2 Modelli evolutivi della Galassia 15
2.3 Evoluzione stellare 17
2.4 Binarie interagenti, sorgenti X, stelle Novae 18
2.5 Analisi delle proprietà spettrofotometriche nel medio infrarosso delle stelle AGB con forte perdita di massa 20
2.6 Struttura spaziale di nebulose in espansione 21
2.7 La fisica dell'esplosione di Supernovae di tipo Ia 23
2.8 Ricerca e determinazione delle frequenza delle SNe a redshift intermedio. 24
2.9 Nucleosintesi, stadi finali dell'evoluzione stellare ed evoluzione chimica delle galassie 25
2.10 Popolazioni stellari in galassie esterne; collaborazioni al progetto GAIA; Ammassi galattici . 27

3 GALASSIE E COSMOLOGIA **28**

3.1 Fondo cosmico di microonde (CMB) 31
3.2 Modelli chemo-spettro-fotometrici di galassie 32
3.3 Studio della formazione ed evoluzione di galassie e quasar 33
3.4 Connessioni tra materia luminosa ed oscura 34
3.5 La natura degli EROs e l'evoluzione delle Galassie di campo da imaging profondo HST 36
3.6 Natura ed evoluzione delle sorgenti extragalattiche a 15 μm rivelate dal satellite ISO 37
3.7 Evoluzione cosmologica delle sorgenti ISO-IRAS in NEPR (North Ecliptic Polar Region) . . 38
3.8 Polvere e gas in quasars e gli oggetti estremamente rossi (EROS) 39
3.9 Formazione stellare negli starbursts oscurati 40
3.10 Studio delle proprietà del gas molecolare in galassie con peculiarità morfologiche e cinematiche 41
3.11 Interazione ed evoluzione delle galassie in ambienti a bassa densità 42
3.12 I sistemi di ammassi globulari come test della formazione ed evoluzione delle galassie 44
3.13 Aspetti dell'evoluzione delle galassie nane 45
3.14 Osservabili stellari di interesse cosmologico 46
3.15 Simulazioni dello strumento PACS sul satellite HERSCHEL 48
3.16 EDISCS: the ESO Distant Cluster Survey 49
3.17 WINGS: Una survey fotometrica, morfologica e spettroscopica di galassie in ammassi vicini . 51
3.18 Studi di ammassi di galassie 53
3.19 Proprietà ed evoluzione cosmica delle galassie attive 54
3.20 Relazioni fondamentali per nuclei galattici attivi (oscurati nell'X e non) 55
3.21 Origine del Materiale di Accrescimento dei Nuclei Galattici Attivi 56
3.22 Le proprietà di radio galassie a basso redshift:
Il Piano Fondamentale e la Massa del Buco Nero centrale 57
3.23 Meccanismi di emissione di blazars osservati con SAX 58

4 ASTROFISICA DELLE ALTE ENERGIE **59**

4.1 Astrofisica delle Stelle di Neutroni e dei Buchi Neri 60

5 TECNOLOGIE ASTRONOMICHE **62**
5.1 Sviluppo di tecnologie . . . 63
5.1.1 Sensori L3CCD . . . 63
5.1.2 Prototipi di reticoli di Bragg in fibra ottica multi-modale . . . 64
5.2 Telescopi a terra . . . 65
5.2.1 OmegaCAM imager a grande campo per il VLT Survey Telescope . . . 65
5.2.2 Dimostratore di Ottica Adattiva Multiconiugata: MAD . . . 66
5.2.3 CHEOPS . . . 68
5.2.4 LBC per LBT . . . 69
5.2.5 Filtro tunabile per il TNG . . . 69
5.2.6 SKIN, una proposta di Spettrografo/Imager nel vicino IR per TNG . . . 70
5.2.7 Integral Field Unit per il TNG . . . 72
5.3 Telescopi spaziali . . . 74
5.3.1 Medium Infrared Instrument (MIRI) per il John Webb Space Telescope . . . 74
5.3.2 Visual-Infrared array controller (VISIR-C) . . . 76
5.4 Telescopi di Cima Ekar . . . 77
5.4.1 Riqualificazione del Telescopio SCHMIDT 92-67 . . . 77
5.4.2 Telescopio 182cm . . . 77

6 DIDATTICA E DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA **79**
6.1 Divulgazione . . . 80
6.2 Informazione . . . 81
6.3 Didattica . . . 81
6.4 Attività presso la sede di Asiago . . . 82

7 STORIA DELL'ASTRONOMIA E ATTIVITÀ MUSEALE **83**
7.1 Profili biografici critici degli astronomi padovani . . . 84
7.2 Il passaggio di Venere sul disco del Sole . . . 84
7.3 Il Castel Vecchio di Padova e la sua trasformazione in Specola . . . 84
7.4 Attività museali . . . 84

8 TELESCOPI DI CIMA EKAR **86**
8.1 Il telescopio Copernico . . . 87
8.2 Il telescopio Schmidt . . . 89

9 COLLABORAZIONI **90**

10 ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI **92**

11 ELENCO DEL PERSONALE **114**
11.1 Personale di ricerca . . . 114
11.2 Personale amministrativo – tecnico – ausiliario . . . 115

12 RELAZIONE ALLEGATA AL CONTO CONSUNTIVO 2002 **116**

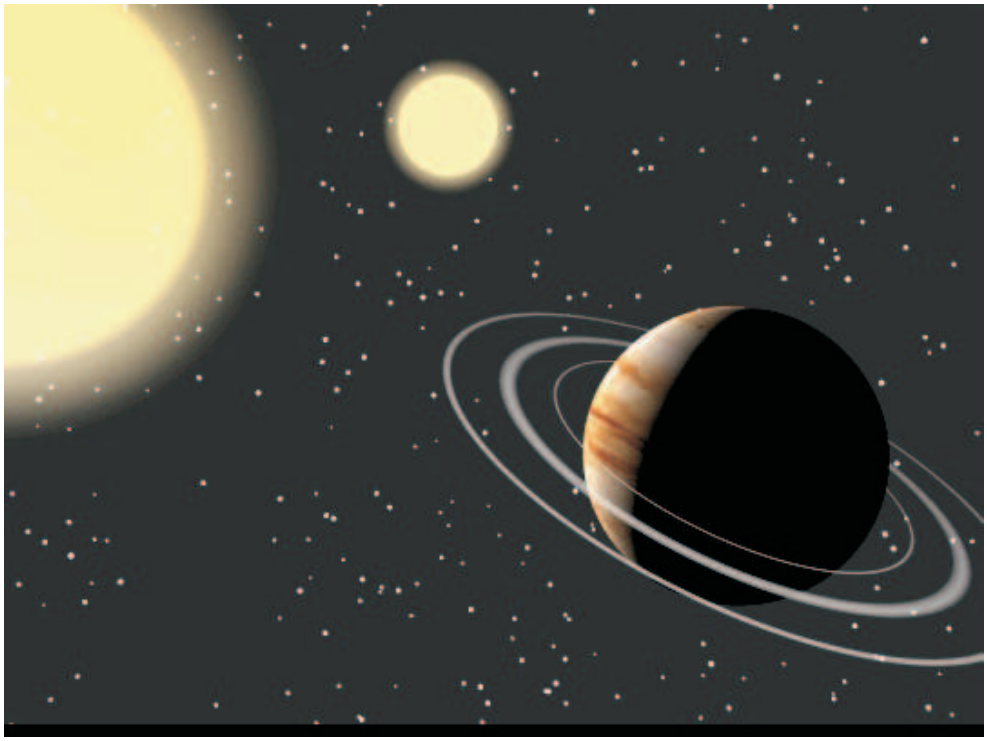

Figura 1: Visione artistica del possibile pianeta attorno ad HD219542b (cortesia di G. Galletta)

1 SISTEMA SOLARE E PIANETI EXTRASOLARI

L'Osservatorio Astronomico di Padova e più in generale l'astronomia padovana, hanno un ruolo importante in ambito nazionale nello studio dei sistemi planetari. Per quanto riguarda il sistema solare, la spinta maggiore è stata data in passato dai gruppi di C. Barbieri al Dipartimento di Astronomia, di V. Vanzani al Dipartimento di Fisica, e per quanto riguarda la parte strumentale, di G. Tondello al Dipartimento di Ingegneria. G. Cremonese collabora attivamente con questi gruppi in particolare nella progettazione della Wide Angle Camera per la missione BepiColombo, che è uno dei cornerstone ESA. Conduce inoltre interessanti studi sulle comete e sulle atmosfere molto tenui della Luna e di Mercurio.

Un campo in grande sviluppo in tutto il mondo è quello della ricerca dei pianeti extrasolari. Il campo è di grande interesse, e l'obiettivo ultimo è trovare altri pianeti che possano ospitare la vita. Benchè questo obiettivo sia ancora abbastanza distante, gli ultimi anni hanno portato alla scoperta di numerosi sistemi planetari; nei prossimi anni sono previsti piani ambiziosi da parte sia della NASA che dell'ESA. In questo ambito, il gruppo di R. Gratton (che collabora con gruppi degli Osservatori di Catania e Teramo, al Dipartimento Fisica di Padova, e al McDonald Observatory) ha ottenuto negli ultimi anni risultati di assoluta rilevanza, in particolare usando lo spettrografo SARG al TNG, realizzato dallo stesso gruppo. Il risultato più clamoroso è la scoperta del primo buon candidato pianeta extrasolare scoperto da un gruppo italiano nel Novembre 2002 (Fig. 1). Oltre alla tecnica delle velocità radiali, il gruppo guidato da R. Gratton partecipa, in collaborazione con gruppi del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova (G. Piotto) e di altri osservatori italiani e stranieri, alla ricerca di pianeti extrasolari usando la tecnica dei transiti. Infine, l'Osservatorio di Padova ha un ruolo molto importante (responsabilità per l'unità IFS: co-pi M. Turatto) in un consorzio guidato dal MPIA di Heidelberg per la realizzazione di uno studio di fattibilità per un Planet Finder (CHEOPS) per il VLT dell'ESO; a sottolineare l'importanza del ruolo dell'Osservatorio di Padova in questo progetto, occorre notare che R. Gratton ne è l'Instrument Scientist.

1.1 Studio di una Wide Angle Camera per la missione ESA BepiColombo

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Gabriele Cremonese (responsabile); (altri Enti) C. Barbieri, S. Fornasier, M. Lazzarin, S. Verani, F. Marzari, F. Angrilli, S De Bei, V. Achilli, G. Salemi; P. Baggio, A. Caporali, G. Dal Piaz, M. Massironi, M. T. Capria, F. Capaccioni, L. Marinangeli; G. Forlani, M. Sgavetti, I. Longhi, M. Mendillo, J. Baumgardner, J. Wilson, A. Sprague, D. Hunten, B. Pain, I. Casanova, Y. Raitala, P. Masson, L. Wilson, J. Oberst, S. Mottola, W. Ip
Borsisti, personale a contratto: Massimiliano Tordi, Valeria Mangano
Finanziamenti: ASI 2001, MIUR 2002

La missione BepiColombo (Fig. 2) è il cornerstone n. 5 dell'ESA e ha come obiettivi, in ordine di importanza, l'esplorazione di Mercurio, ricavare con maggior precisione alcuni parametri fondamentali di relatività generale, e la scoperta di asteroidi con orbita all'interno di quella terrestre. L'Announcement of Opportunity dell'ESA per la selezione e definizione del payload scientifico dovrebbe uscire entro il 2003. Tra gli strumenti fondamentali c'è anche una Wide Angle Camera con l'obiettivo principale di ottenere immagini a medio-bassa risoluzione dell'intera superficie di Mercurio.

Nel 2000 si è costituito un gruppo internazionale, coordinato da G. Cremonese, per lo studio di una Wide Angle Camera (MErcury MOderate Risolution Imaging System) per partecipare all'AO dell'ESA. Il concetto preliminare prevede di fornire le immagini stereoscopiche di tutta la superficie di Mercurio, ed in parte multispettrali, e di osservare l'esosfera. Nel 2002 è proseguita la collaborazione internazionale per preparare un proposal comune per l'AO dell'ESA per una Narrow Angle Camera ed un laser altimetro. Sempre nel 2002 è iniziata una collaborazione con un consorzio universitario-industriale italiano per partecipare allo studio del laser altimetro per BepiColombo cercando possibili sinergie tecnico-scientifiche con la camera.

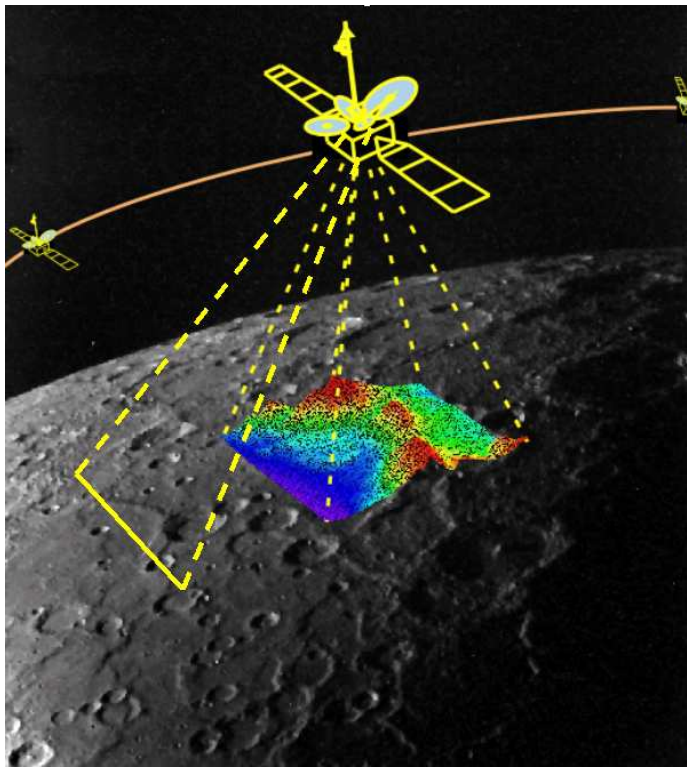

Figura 2: La figura mostra l'orbita di BepiColombo e come la camera MEMORIS dovrebbe fornire l'immagine stereoscopica della superficie e osservare il limb, e quindi l'esosfera di Mercurio quando la sonda si trova al apo-astro

1.2 Spettroscopia ad alta risoluzione di comete

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Gabriele Cremonese; (altri Enti) M. T. Capria, M. C. De Sanctis, A. Boattini, G. D'Abramo, A. Buzzoni

La spettroscopia ad alta risoluzione delle comete consente di studiare il gas che compone la chioma, individuare alcune delle reazioni che vi avvengono e soprattutto ricavare delle informazioni sull'origine della cometa e la regione in cui si è formata. Diverse informazioni, utili per la comprensione dell'origine ed evoluzione della cometa, possono essere ricavate dai rapporti isotopici di alcuni atomi, dai rapporti tra le diverse componenti vibrazionali e rotazionali delle emissioni molecolari e dalle abbondanze relative ed assolute, dati forniti da spettri ad alta risoluzione nel visibile. Inoltre le poche comete osservate ad alta risoluzione nella maggior parte dell'intervallo spettrale del visibile hanno mostrato centinaia di righe in emissione sconosciute. Nel 2002 è stata osservata la cometa Ikeya-Zhang e i primi risultati dell'analisi dei dati hanno fornito la temperatura di spin dell'ammoniaca, importante per comprendere l'ambiente termodinamico in cui si è evoluta la cometa.

1.3 Atmosfere planetarie

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Gabriele Cremonese; (altri Enti) C. Barbieri, M. T. Capria, S. Orsini, A. Milillo, A. Mura

Borsisti, personale a contratto: Valeria Mangano

Lo studio delle atmosfere planetarie è concentrato sulle esosfere della Luna e di Mercurio, cioè su atmosfere molto tenui e non permanenti. L'osservazione utilizza principalmente la spettroscopia ad alta risoluzione del doppietto del sodio, nel visibile. Nel 2002 abbiamo eseguito delle simulazioni su impatti di micrometeoriti sulla superficie lunare e le conseguenze sul rilascio di atomi neutri di sodio. Le stesse simulazioni abbiamo cominciato ad applicarle anche a Mercurio. In questo modo possiamo ottenere le variazioni dell'intensità delle emissioni del sodio dovute al flusso di micrometeoriti, che risultano essere una funzione della velocità di impatto dell'abbondanza di sodio presente nel meteorite.

1.4 Ricerca di pianeti extrasolari

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Raffaele Gratton (responsabile), Eugenio Carretta, Riccardo Claudi, Claudio Pernechele, Massimo Turatto
Borsisti, personale a contratto: Silvano Desidera, Sara Lucatello

L'esistenza di pianeti giganti extrasolari è stata dimostrata dalla loro rivelazione; tuttavia mancano ancora una determinazione della loro frequenza e una descrizione delle loro proprietà in funzione di alcuni parametri fondamentali (massa e composizione chimica della stella centrale, ambiente dinamico). I sistemi binari e gli ammassi sono laboratori ideali per studiare l'effetto delle perturbazioni gravitazionali sulla formazione ed evoluzione di sistemi planetari. Modelli teorici ed osservazioni mostrano che pianeti si possono formare in sistemi binari. I pianeti in orbita in sistemi binari mostrano una relazione massa-periodo differente da quelli orbitanti intorno a stelle singole. Oltre agli effetti dinamici, i sistemi binari (in particolare quelli formati da stelle di massa molto simile) possono essere usati per studiare la relazione tra presenza di pianeti e metallicità, uno dgeli aspetti meno chiari e più sorprendenti rivelati dall'osservazione di sistemi extrasolari. È stato suggerito che l'inviluppo convettivo esterno di stelle di tipo solare possa essere stato in alcuni casi inquinato dall'ingestione di materiale planetario. Queste considerazioni sono alla base dei programmi di ricerca e caratterizzazione dei pianeti extrasolari in corso all'OaPd:

a) Ricerca di pianeti e determinazione di della composizione chimica in stelle binarie usando SARG al TNG

Ricercatori coinvolti: (altri Enti) Bonanno, Coasentino, Scuderi, Barbieri, Marzari

Il programma ha avuto lo status di Long Term Project al TNG. Il campione osservato include circa 50 sistemi binari visuali (separazioni di alcuni arcsec), con stelle aventi massa molto simile tra loro. Viene usato lo spettrografo SARG al TNG (realizzato dal nostro gruppo), equipaggiato con una cella assorbente. Le misure di velocità radiale vengono fatte usando il programma AUSTRAL. Il programma è completato da un'analisi molto accurata della composizione chimica, con errori prossimi al 2%, che permette di evidenziare differenze anche estremamente piccole nella composizione chimica delle due componenti dei sistemi binari osservati.

La Fig. 3 mostra la curva di velocità radiale ottenuta per la stella τ Ceti. L'errore interno delle misure (circa 1.4 m/s) rappresenta uno dei migliori risultati ottenuti finora nel campo.

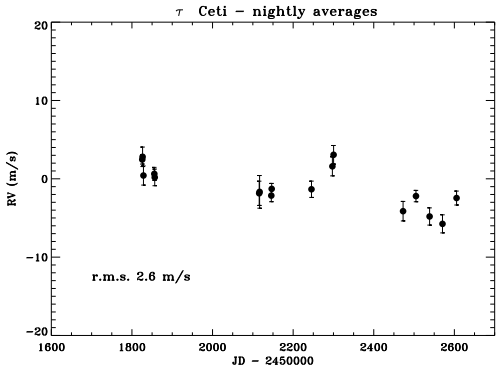

Figura 3: Curva di velocità radiale per τ Cet. Notare gli errori estremamente piccoli delle nostre misure (1.4 m/s per una singola osservazione, e 0.8 m/s per la media delle osservazioni ottenute in una notte). La dispersione delle misure è maggiore (2.6 m/s). Questo potrebbe essere dovuto sia all'effetto di un modesto grado di attività, sia alla eventuale presenza di un pianeta, finora non rivelato

I risultati più clamorosi ottenuti riguardano il sistema HD219542: per questo sistema, l'analisi differenziale mostra una differenza molto significativa nella composizione chimica delle due componenti, la stella A essendo più ricca di metalli della componente B; una simile analisi su altri 9 sistemi non mostra invece differenze significative (Fig. 4). Le differenze di abbondanza osservate tra le due componenti di HD219542

sembrano correlata con la temperatura di condensazione su grani dei diversi elementi chimici, e suggerisce l'ingestione di circa 4 masse terrestri di materiale protoplanetario.

D'altro canto, le misure di velocità radiali non mostrano alcuna evidenza di un pianeta attorno alla componente A (i limiti superiori sono già abbastanza significativi, escludendo un sistema tipo 51 Peg), mentre attorno alla componente B potrebbe ruotare un pianeta della massa di Saturno alla distanza circa simile a quella di Mercurio dal Sole (Fig. 5): la probabilità che questo pianeta esista veramente è piuttosto elevata (i test statistici mostrano una significatività attorno al 97%), ma non si può escludere che il segnale osservato sia dovuto ad attività. Se confermato questo sarebbe il primo pianeta extrasolare scoperto da un gruppo italiano. La Fig. 1 mostra un'immagine artistica di questo possibile pianeta. L'analisi degli altri sistemi è in corso.

b) Ricerca di pianeti in Ammassi Aperti

Ricercatori coinvolti: (altri Enti) G. Piotto, Poretti

Il nostro gruppo partecipa ad una ricerca di pianeti usando il metodo dei transiti nell'ammasso aperto antico NGC6791. Questo è un caso particolarmente interessante, perchè NGC6791 è molto ricco di metalli, ed è quindi uno dei candiati migliori per questo tipo di ricerca. Un'abbondante quantità di materiale osservativo è stato acquisito usando il CFHT, il telescopio da 2m di San Pedro Martir, e quello da 1.5m di Loiano. L'analisi è in corso: i risultati preliminari mostrano che la qualità forometrica raggiunta è adeguata allo scopo.

c) Correlazione tra pianeti, metallicità ed orbita galattica

Ricercatori coinvolti: (altri Enti) C. Barbieri

Uno studio condotto da Gratton mostra che ad ogni distanza perigalattica, le stelle con pianeti hanno una abbondanza di metalli all'estremo superiore della distribuzione di metallicità; in particolare, fra le stelle con abbondanze di tipo solare, le stelle con pianeti hanno una distanza perigalattica in media molto inferiore rispetto ad un campione di stelle qualsiasi. La conclusione è che la presenza di pianeti è una causa della maggiore metallicità di queste stelle.

d) Partecipazione al progetto CHEOPS (Planet Finder) per il VLT

L'OaPd è uno dei partner di un consorzio guidato dal MPIA di Heidelberg per costituito per la realizzazione di uno studio di fattibilità per un Planet Finder - CHEOPS per il VLT. Questo progetto è descritto in dettaglio nella parte strumentazione. Il ruolo di Padova include il Project Scientist (R. Gratton), e la responsabilità per la parte Integral Field Spectrograph (Co-PI M. Turatto).

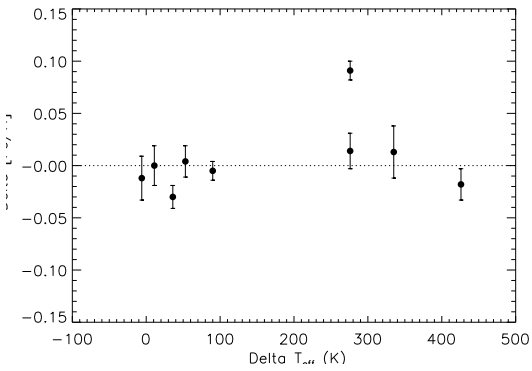

Figura 4: Differenza di abbondanza di Ferro tra le due componenti di 10 sistemi binari del campione SARG in funzione della differenza di temperatura tra le le due componenti. Notare le barre di errore estremamente piccole (circa il 2%), e che in un caso (HD219542) vi è una chiara differenza tra le due componenti

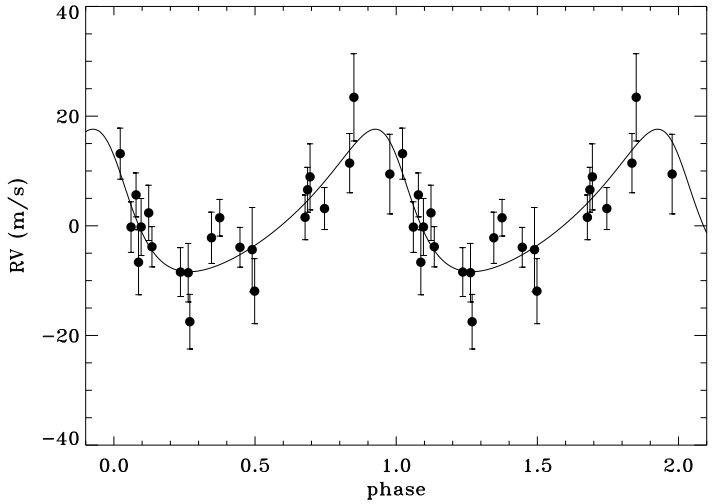

Figura 5: Curva di velocità radiale per HD219542B, rifasata su un periodo di 112 giorni. L'orbita kepleriana sovrapposta risulta significativa a circa il 97% di confidenza; tuttavia al momento non si può escludere la possibilità che le variazioni di velocità osservate siano dovute ad attività.

2 STELLE E MEZZO INTERSTELLARE

La formazione e successiva evoluzione delle galassie costituisce uno dei campi più avanzati della moderna ricerca in Astrofisica. Lo scopo di questa tematica è quello di comprendere e ricostruire l'evoluzione della materia barionica, nel contesto cosmologico della formazione delle strutture, poichè essa costituisce uno dei tracciatori più importanti della densità di energia presente nell'Universo, nelle sue varie forme.

Tuttavia l'agglomerazione della materia barionica in stelle, galassie e gas intergalattico all'interno degli aloni di materia oscura, dipende fortemente da una catena di processi tuttora poco conosciuti che, in ultima analisi, regolano il tasso con cui nascono le nuove stelle ed il modo con cui esse modificano l'ambiente circostante (il cosiddetto feedback).

Per comprendere questi fenomeni sono possibili essenzialmente due vie di ricerca, in un certo modo complementari e oggi realizzabili grazie ai telescopi di grandi dimensioni da terra ed ai telescopi spaziali. Una è quella di studiare la formazione e l'evoluzione delle galassie più lontane, l'altra è quello di analizzare nel maggior dettaglio possibile, l'ambiente che ci circonda, ricco sia dei processi analoghi, che dei fossili dell'attività del passato.

In questo capitolo vengono riassunte le attività svolte dal personale di ricerca dell'Osservatorio Astronomico nell'ambito della seconda tematica, che riguarda lo studio delle stelle e del mezzo interstellare, essenzialmente rivolto alla nostra Galassia e alle galassie vicine.

Questo studio si articola attraverso la raccolta e l'analisi di una serie di informazioni atte a determinare, da un lato, le proprietà delle componenti generali che formano la nostra Galassia e le galassie vicine e, dall'altro, gli aspetti particolari dell'evoluzione delle singole stelle dalla nascita alla morte, attraverso le loro differenti fasi.

Possiamo quindi suddividere questa ricerca in due grandi linee.

La prima riguarda lo studio e l'evoluzione delle popolazioni stellari della Galassia attraverso l'applicazione di tecniche che permettono di determinare la composizione chimica e l'età dei diversi sottosistemi che la compongono. Queste proprietà unite alle informazioni sulla loro cinematica e sulla loro collocazione tridimensionale attuale all'interno della Galassia permettono di ricostruirne la storia della formazione e dell'evoluzione.

A questo proposito occorre ricordare i notevoli risultati ottenuti dai ricercatori dell'Osservatorio Astronomico nello studio delle popolazioni stellari dello sferoide e del disco galattico e la impegnativa partecipazione alla definizione delle caratteristiche degli strumenti a bordo del satellite GAIA, che dal 2010 forniranno distanze e cinematica di una grossa frazione delle stelle della Galassia.

La seconda grande linea è dedicata gli aspetti delle singole stelle con particolare riferimento alle fasi evolutive avanzate, caratterizzate da una forte interazione della stella con il mezzo circumstellare ed interstellare. È in questo contesto che si sottolineano i risultati ottenuti nello studio delle stelle binarie strette, sedi di delicati processi di interazione; delle stelle di ramo gigante asintotico, caratterizzate da lenti ma densi venti stellari ricchi di polveri; delle nebulose planetarie, che evidenziano i processi di arricchimento chimico prodotto dalle stelle di massa piccola ed intermedia; delle stelle Supernovae che, oltre a costituire uno dei migliori indicatori di distanza su scala cosmologica, partecipano direttamente all'evoluzione delle galassie iniettando nel mezzo interstellare metalli e una quantità enorme di energia termica e cinetica.

Infine occorre menzionare che, molte delle interpretazioni dello stato evolutivo delle stelle e della natura delle popolazioni stellari, si basano su modelli teorici che vengono sviluppati dai ricercatori dell'Osservatorio Astronomico di Padova.

Seguendo la linea appena descritta, vengono di seguito riassunti le principali attività, i risultati ottenuti e le ricerche in corso, nel campo dell'astrofisica stellare e del mezzo interstellare.

2.1 Origine e successiva evoluzione delle popolazioni dello Sferoide Galattico

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Raffaele Gratton (responsabile), Eugenio Carretta, Riccardo Claudi, Enrico Held, Paola Mazzei
Borsisti, personale a contratto: Silvano Desidera, Sara Lucatello, Alessia Moretti, Luca Rizzi
Fondi: MIUR 2001 2001028897 *L'Origine e successiva evoluzione delle popolazioni dello sferoide galattico* (P.I. Nazionale R. Gratton)

Questo progetto è il contributo dell'UdR Osservatorio Astronomico di Padova. La nostra Udr aveva come compito quello di studiare le diverse componenti dello sferoide galattico: popolazioni di alone, disco, bulge (sia di campo che in ammassi), satelliti della Galassia, e residui di passati fenomeni di interazione con la Galassia primordiale. Come strumenti di indagine erano state scelte sia campagne osservative intensive che simulazioni teoriche.

A) Studio delle proprietà del bulge galattico

Ci siamo focalizzati sulle problematiche di origine del bulge utilizzando simulazioni numeriche effettuate sia col codice SPH di Navarro, implementato come descritto in Curir & Mazzei (1999), così da includere l'evoluzione chemo-fotometrica delle stelle e l'effetto delle polveri diffuse, che con quello Gadget di Springel (2000). Gli aspetti che abbiamo affrontato quest'anno sono:

- **Formazione del bulge da collasso monolitico**. Abbiamo evidenziato una forte connessione tra materia oscura e luminosa: le proprietà iniziali della materia oscura, quali il suo stato dinamico, geometria e frazione di massa, governano la morfologia risultante del sistema barionico
- **Formazione del bulge per decadimento di instabilità di barra**. È noto che variazioni del campo gravitazionale inducono un'instabilità di barra in un disco stellare. La barra è un potente meccanismo di trasferimento di materia dalla periferia al centro e la sua evoluzione è accompagnata dallo sviluppo di un bulge.

Abbiamo inquadrato questa problematica in uno scenario cosmologico studiando l'evoluzione di un disco stellare immerso in un alone di materia oscura a redshift 2 in un universo Λ-CDM.

B) Studio della storia di formazione della Galassia

Accoppiata alle proprietà cinematiche, l'informazione sulla composizine chimica delle stelle delle diverse popolazioni stellari consente di tracciare all'indietro lo scenario di formazione e fin anche il peso relativo della componente dissipativa e di quella dovuta ai più caotici fenomeni di *merging* e/o accrezione. Gratton, Carretta, Claudi, Desidera e Lucatello, hanno esplorato appunto questa sinergia tramite lo studio accurato di circa 150 stelle non evolute nelle vicinanze del Sole, con accurate parallassi (e quindi distanze) da *Hipparcos*.

I risultati più importanti sono riassunti nella Fig. 6, che mostra chiaramente che una volta distinte cinematicamente le differenti popolazioni (croci: thin disk, quadrati pieni: componente dissipativa, quadrati vuoti: componente di accrescimento), l'andamento del rapporto tra Ferro ed elementi α consente di individuare con buona precisione i rispettivi meccanismi di formazione. In particolare, l'andamento in funzione della velocità di rotazione V_{rot} attorno al centro galattico mostra chiaramente la presenza di una componente più ordinata, in collasso dissipativo (stelle di thick disk), che, proveniente da oggetti in orbite prograde (e quindi più soggette presumibilmente a rapido decadimento per frizione dinamica), ha partecipato al generale collasso e graduale arricchimento chimico dello sferoide galattico come un tutto. Al contrario, oggetti in orbite più caotiche o addirittura retrograde hanno prodotto infine oggetti di bassa V_{rot} e con tempi scala più lunghi, tali anche da permettere una sostanziale crescita del Fe da SN Ia. In questa componente si può facilmente riconoscere la parte di sferoide dovuta all'accrezione, in momenti successivi, di primordiali satelliti della Galassia.

C) Galassie nane del gruppo locale

È stata realizzata una survey ottica a grande campo di galassie nane. Sono state analizzate le popolazioni stellari di tre galassie sferoidali nane satelliti della Galassia (Sextans, Carina e Sculptor), e le proprietà delle stelle e del gas di una galassia nana irregolare (SagDIG). In particolare per la galassia in Carina è stata proposta un'interpretazione teorica delle caratteristiche salienti del diagramma colore-magnitudine, basata su tecniche di simulazione dei diagrammi a partire dalle tracce evolutive

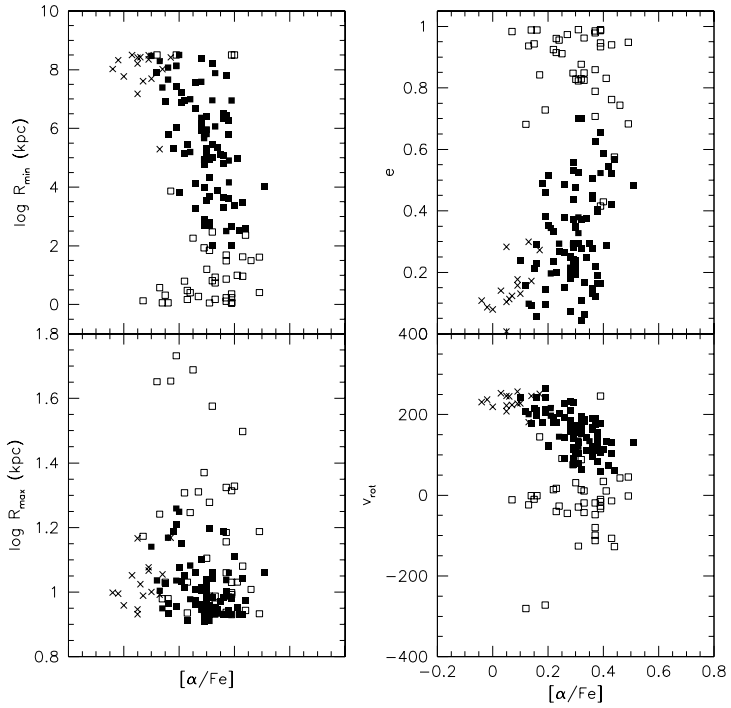

Figura 6: Rapporti di abbondanza tra Ferro ed elementi α in funzione di differenti parametri cinematici: distanza perigalattica R_{min}, distanza apogalattica R_{max}, eccentricità dell'orbita galattica e, velocità di rotazione attorno al centro galattico V_{rot}. I diversi simboli identificano la suddivisione delle stelle nella Componente Dissipativa (quadrati pieni), Componente di Accrescimento (quadrati vuoti) e stelle di thin disk (croci)

D) Ammassi globulari

È stato inoltre completato uno studio ottico/infrarosso dell'ammasso globulare NGC6528 situato nel bulge galattico, determinandone le caratteristiche fondamentali (distanza, metallicità e arrossamento) e confrontandole con la popolazione stellare del bulge.

E) Composizione chimica di ammassi aperti vecchi

Ricercatori coinvolti: (altri Enti) Angela Bragaglia, Monica Tosi

La composizione chimica degli ammassi aperti è importante per studiare la evoluzione chimica del disco galattico, ed in particolare per determinare i gradienti di abbondanza e la loro evoluzione nel tempo. Dal punto di vista teorico, l'irripidimento o l'appiattimento del gradiente con il tempo corrispondono a differenti scenari per la formazione del disco, ma i modelli e le osservazioni disponibili non sono sufficienti a discriminare in modo univoco tra queste possibilità.

Si è intrapreso uno studio sistematico della composizione chimica di ammassi aperti vecchi. A questo scopo, sono stati acquisiti spettri ad alta dispersione di stelle di clump in diversi ammassi aperti (NGC6819 NGC 6791, NGC2506, Cr 261, IC4651, NGC6134, e NGC6253). L'analisi sta comportando la messa a punto (alquanto lunga e laboriosa) di una serie di strumenti di analisi basati sulla sintesi spettrale e sull'ottimizzazione e automazione del software, necessari per l'analisi accurata di spettri stellari di oggetti molti ricchi di metalli. I risultati preliminari per alcuni ammassi sono stati presentati a congressi internazionali e i primi dati sembrano grosso modo conformarsi al gradiente galattico di metallicità come ricavato per gli ammassi aperti, per quanto le metallicità derivate siano maggiori che negli studi passati.

2.2 Lo studio tridimensionale della Galassia

Lo studio tridimensionale della Galassia si propone di ricostruire la distribuzione spaziale dei vari sottosistemi che costituiscono la nostra Galassia. Assieme all'informazione sulla loro cinematica, sull'età e la loro composizione chimica è possibile ricostruire la storia dei processi di formazione delle varie componenti e confrontarle con le predizioni sull'evoluzione della materi barionica nel contesto cosmologico.

In questo ambito sono attivi presso l'Osservatorio Astronomico due grossi filoni di ricerca, in qualche modo complementari. Uno riguarda la coordinazione delle attività per il progetto di uno spettrografo da montare sul satellite GAIA, per accoppiare alla misura delle parallassi e dei moti propri anche quella delle velocità radiali. L'altra riguarda la simulazione teorica dei processi di formazione delle stelle del Bulge e del disco della Galassia, come preparazione per l'interpretazione delle osservazioni di GAIA.

2.2.1 Spettroscopia per il satellite GAIA

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Ulisse Munari

A) L'attività di coordinazione dello Working Group di Spettroscopia dell'ESA per la missione GAIA è condotta d U. Munari. Oltre all'organizzazione in Febbraio di un meeting ESA ad Asiago sullo spettrografo di GAIA, molti sforzi sono stati dedicati durante il 2002 alla preparazione e positivo svolgimento di un congresso internazionale sulla spettroscopia di GAIA, svoltosi dal 9 al 13 settembre a Gressoney St. Jean, Aosta.

Nell'ultimo meeting di Parigi del Novembre 2002 sono state deliberate le specifiche tecniche per l'industria e ultimato la definizione dei goals scientifici. L'attività GAIA durante l'anno è stata molto intensa, con la partecipazione di vari dottorandi, laureandi e contrattisti ad Asiago, nel quadro della collaborazione con Trieste, Ljubljana, Parigi-Meudon e MSSL (UK). Si sono avviate le fasi di partecipazione alla scrittura della pipeline di analisi dati e si è portata a maturità la valutazione delle performances strumentali e scientifiche con il simulatore allo scopo sviluppato nei due anni precedenti. U. Munari è tra i fondatori del Consorzio per lo sviluppo (e possibilmente costruzione) dello spettrografo di GAIA, la cui sede è stata posta al Mullard Space Science Lab sotto la direzione di M. Cropper, attività direttamente finanziata da ESA in coordinamento con Astrium, prime contractor per la missione.

B) Sono continuate le attività osservative collegate alla pianificazione scientifica della spettroscopia della missione attraverso l'utilizzo in modalità GAIA dello spettrografo Echelle di Cima Ekar. Sono stati completati atlanti spettroscopici di stelle ad abbondanze chimiche anomale, di stelle al Carbonio e di tipo S, di stelle peculiari ed esotiche, nonchè un infittimento della mappatura del sistema MK già pubblicata nel 1999. Questi atlanti, pubblicati e/o in fase di pubblicazione, sono essenziali per lo sviluppo dei condici di analisi (automatica) delle atmosfere stellari come implementati nella pipeline della missione, per i codici di classificazione dei target rilevati, nonchè per simulazione di effettive osservazioni attraverso il train ottico ed il piano focale in corso di sviluppo.

C) L'attività osservativa è accompagnata dal calcolo di librerie di spettri sintetici di Kurucz, esplorando completamente 7 dimensioni ($T_{\rm eff}$, $\log g$, [Z/Z$_\odot$], [α/Fe], ξ, $V_{\rm rot}$, risoluzione, per un totale di $3{\times}10^5$ spettri) sia per la creazione della grid di riferimento per techniche di classificazione automatizzata tipo *minimum distance method*, e sia anche per la definizione del databank di templates per i programmi di cross-correlazione bi-dimensionale nella misura delle velocità radiali delle binarie. Il calcolo degli spettri è esteso al di fuori dell'intervallo spettroscopico di GAIA (8480-8740 Å) per abbracciare l'intero range ottico (da 2550 a 10500 Å) così da fornire una libraria di riferimento per lo sviluppo del sistema fotometrico di GAIA e di supporto alle attività correlate all'ADPS (Asiago Database on Photometric Systems)

D) Prosegue la valutazione delle performamces di GAIA nello studio delle binarie ad eclisse, combinando i dati fotometrici di Hipparcos con la spettroscopia GAIA come simulata con lo spettrografo Echelle di Cima

Ekar. Sono state pubblicate le soluzioni orbitali di 6 binarie che hanno portato alla definizione dei parametri fisici di base (masse, raggi, temperature, etc) con accuratezze del 1–2%, ed un confronto tra le parallassi di Hipparcos e le distanze geometriche ricavate dall'analisi delle curve di luce sempre coincidenti entro l'errore Hipparcos. Altre 12 binarie (dei vari tipi: a contatto, over-contact, semi-detached e detached, con variabilità intrinseca o meno, spots superficiali o pulsazioni non radiali) sono in osservazione e modellizzazione, con pubblicazione prevista entro il 2003. Questa attività mira a fare di Padova-Asiago un centro primario per l'analisi dei dati del milione di binarie ad eclisse che GAIA scoprirà e misurerà nelle varie popolazioni della nostra Galassia e di quelle satelliti vicine.

E) Anche lo studio del possibile sistema fotometrico da utilizzare nella missione GAIA è uno degli obiettivi condotti all'Osservatorio Astronomico da U. Munari. In questa ottica si inquadrano la pubblicazione nel dicembre 2000 del primo volume dell'Asiago Database on Photometric Systems (ADPS) e, nel 2002, del secondo volume, relativo alle proprietà di banda e di reddening per i sistemi fotometrici censiti, arrivati a 219. Un estratto del secondo volume è in stampa. Si è nel frattempo iniziato il lavoro per il terzo volume, relativo alla calibrazione in termini di quantità fisiche (ad es. $T_{\rm eff}$, $\log g$, $[{\rm Z}/{\rm Z}_\odot]$, $[\alpha/{\rm Fe}]$) per tutti is sitemi fotometric censiti, lavoro che dovrebbe essere possibile portare a termine in circa due anni.

2.2.2 Modelli evolutivi della Galassia

La simulazione teorica dei processi di formazione delle stelle del Bulge e del disco della Galassia, viene effettuata attraverso la tecnica dei diagrammi colore-magnitudine sintetici.

A) Padova Software Telescope
Ricercatori coinvolti: (OaPd) Emma Nasi, Antonella Vallenari; (altri Enti) Gianpaolo Bertelli, Giovanni Carraro
Borsisti, personale a contratto: S. Pasetto

Il modello di Galassia del gruppo di Padova (Padova Software Telescope) può simulare il diagramm colore magnitudine osservato, in qualsiasi direzione all'interno della Galassia. Questo modello è stato recentemente ampliato, consentendo di simulare in modo autoconsistente oltre ai diagrammi colore- magnitudine anche moti propri e velocità radiali. Il modello cinematico di disco sottile proposto si basa su Amendt & Cuddeford (1991) e tiene conto del tilt verticale dell'ellissoide delle velocità. In questo modo il modello fornisce una valida approssimazione della cinematica fino a notevoli distanze dal piano Galattico.

È stato ideato un metodo in grado di studiare automaticamente i diagrammi colore-magnitudine (AMORE). Il metodo, basato su algoritmi genetici, combina alcuni strumenti sviluppati dal gruppo di Padova negli anni passati ed è in grado di derivare distanza età, estinzione e tasso di formazione stellare medio di una popolazione stellare.

Sono stati ridotti i dati relativi alla fotometria di 10 campi stellari ottenuti con la camera a grande campo del telescopio ESO 2.2m in direzione del centro Galattico. Lo scopo del lavoro è di derivare età, metallicità, tasso di formazione stellare del disco e del bulge. Per ora è stato derivato l'arrossamento nelle varie linee di vista in direzione del bulge. Questi valori sono stati confrontati con vari modelli di arrossamento presenti in letteratura.

Sono stati analizzati dati del catalogo GSPC-II per campi ad alta latitudine Galattica derivando le caratteristiche di disco sottile, disco spesso e alone. I primi risultati indicano che la funzione iniziale di massa a masse più basse di 0.6 Masse solari è diversa dalla classica funzione di Kroupa.

Sono stati studiati 6 campi stellari in direzione del braccio a spirale di Carina, derivando le caratteristiche del braccio, tra cui l'angolo di pitch e lo spessore.

Nell'ambito della collaborazione internazionale volta alla costruzione del satellite GAIA, il modello di Galassia proposto è stato applicato alla simulazione delle osservazioni aspettate ed è stato utilizzato per derivare le caratteristiche tecniche dei rivelatori che meglio si adatteranno allo studio dei dati (sia fotometrici che spettroscopici) della Galassia.

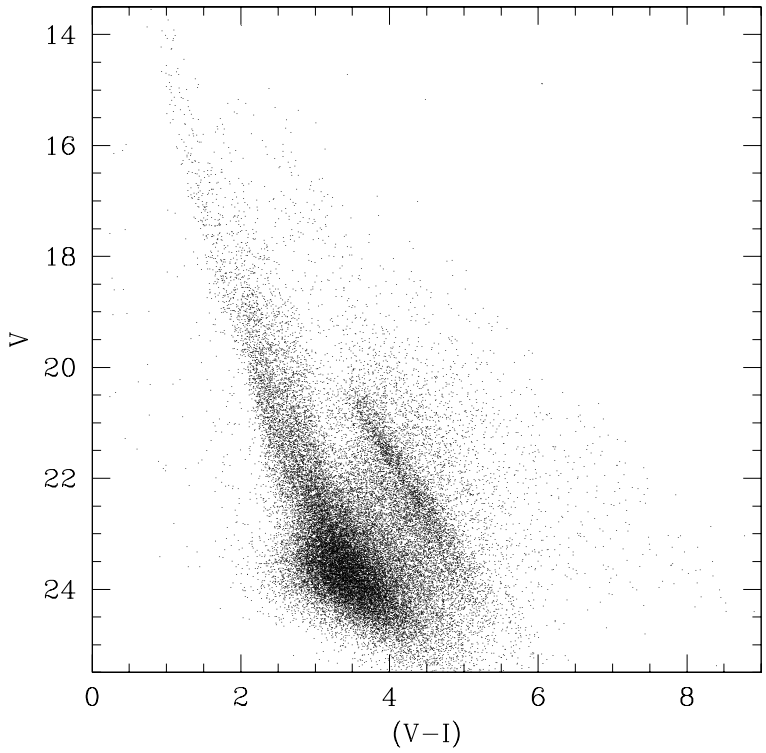

Figura 7: Uno dei 10 campi osservati con il 2.2m WFI a (l,b)=(356,+1), nella direzione del bulge Galattico.

B) Il Bulge della Galassia
Ricercatori coinvolti: (OaPd) Laura Greggio

Le Popolazioni Stellari

L. Greggio ha partecipato ad un lavoro volto a studiare la popolazione stellare nel bulge della nostra galassia, basato su dati ESO (WFI@2.2m e SOFI@NTT, P.I. M. Zoccali (ESO) ed altri). L'interpretazione dei CMD ottici e infrarossi ha portato a concludere che le stelle nel bulge della nostra galassia sono essenzialmente vecchie (circa 10 Gyr) ed hanno una distribuzione di metallicità molto ampia, con un picco a Z vicino a Z$\odot$.

Gli Ammassi stellari nel Bulge della MW

Molti degli ammassi globulari della nostra galassia hanno una distribuzione di abbondanze caratterizzata da un rapporto sovrasolare delle abbondanze degli elementi α rispetto al Ferro. In particolare nel bulge si trovano ammassi con sovrabbondanza di α e alta metallicitŝ totale, vicino al valore solare. Questi oggetti offrono quindi la possibilità di studiare l'effetto della sovrabbondanza degli α sugli indici spettrali integrati di popolazioni stellari semplici, e di calibrare i modelli di sintesi di popolazione. L. Greggio ha partecipato ad un lavoro che ha portato alla misura degli indici del Lick per 12 ammassi nel bulge su spettri presi al 1.5m dell'ESO. L'impatto della sovrabbondanza sugli indici del magnesio è stata chiaramente documentata; sono stati identificati altri indici che tracciano tale sovrabbondanza (e.g. TiO); e sono stati calibrati modelli di popolazioni stellari semplici che tengono esplicitamente conto di questo effetto su un largo intervallo di metallicità. La verifica empirica dell'effetto della sovrabbondanza degli α sugli indici del magnesio pone su basi molto robuste la nozione che le galassie ellittiche ospitano stelle con sovrabbondanza α.

2.3 Evoluzione stellare

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Emma Nasi, Antonella Vallenari; (altri Enti) G. Bertelli, C. Chiosi
Borsisti, personale a contratto: S. Pasetto, P. Marigo, L. Girardi

All'Osservatorio Astronomico continua la tradizionale ricerca scientifica nel campo della modellistica stellare. Oltre all'aggiornamento dei vari parametri costitutivi della struttura stellare, quali le opacità radiative, l'equazione di stato e il modelli che regolano il mescolamento convettivo e diffusivo, vegono anche esplorati gli effetti di nuovi valori della composiione chimica.

In particolare sono in via di calcolo tracce evolutive per diversi valori del contenuto di Elio a varie metallicità. Questo permetterà di simulare popolazioni stellari nate in ambienti che hanno subito differenti valori di arricchimento di Elio al crescere del contenuto metallico.

Per quanto riguarda il trasporto convettivo, è noto che non esiste ancora una teoria autoconsistente che possa essere utilizzata per il calcolo delle strutture stellari. Questo è particolarmente rilevante per i processi di mescolamento associati alla convezione nelle zone di bruciamento nucleare, in quanto modificano sensibilmente l'evoluzione successiva della stella. Per ovviare all'assenza di una valida teoria predittiva, il processo di mescolamento viene parametrizzato e calibrato in su alcune caratteristiche dei diagrammi colore magnitudine degli ammassi stellari. A questo scopo è stata condotta una analisi dettagliata del diagramma colore- magnitudine e della funzione di luminosità di ammassi di età intermedia della LMC ottenuti con il VLT in modo da confrontare le caratteristiche dei modelli stellari di Padova e Yale per quanto riguarda le determinazioni di età e metallicità.

Lo studio ha posto in luce la necessità di adottare nei modelli stellari una maggiore efficienza di mescolamento al bordo del nucleo convettivo (overshoot convettivo).

Il calcolo delle tracce evolutive è accompagnato a quello delle le corrispondenti isocrone nelle varie bande spettrali, dallo spazio e da terra, che vengono rese disponibili via internet.

2.4 Binarie interagenti, sorgenti X, stelle Novae

Ricercatori coinvolti: (OaPd) U. Munari

Tematica: la spettroscopia consente di diagnosticare e caratterizzare lo stato fisico di alcuni oggetti peculiari quali le binarie iteragenti, le sorgenti X e le stelle Novae

Risultati:

A) RX J0806.3+1527. Partecipazione, per la parte di spettroscopia con VLT, alla scoperta della binaria con il più breve periodo orbitale noto: RX J0806.3+1527. Si tratta di due nane bianche in orbita con periodo di 321 secondi, emittenti uno spettro di puro He eccitato da correnti elettriche indotte sulla surficie dei due oggetti compatti. L'oggetto, scoperto nei raggi X, è molto debole nell'ottico (mag 21) e deve essere al contempo una forte sorgente di onde gravitazionali che ne determineranno a breve il futuro attraverso la perdita di momento angolare.

B) Ricerca e classificazione di sorgenti puntiformi ad emissione nel gruppo locale. Utilizzando l'imager a grande campo disponibile al 4.2 m WHT e al 2.5m JKT a La Palma, ha partecipato alla ricerca di oggetti compatti a righe d'emissione nelle galassie del Gruppo Locale, survey che ha portato alla scoperta di centinaia di sorgenti, in corso di classificazione tra planetarie, regioni HII, oggetti pre-ZAMS e stelle simbiotiche utilizzando i criteri spettroscopici e fotometrici messi a punto sulla base di accurata spettrofotometria di calibrazione ottenuta all'ESO.

C) Stelle Simbiotiche. Si continua la tradizionale attività di studio delle stelle simbiotiche, con particolare riguardo al loro legame con i precursori delle SN Ia. Si è completata la prima fase di osservazioni HST di alcuni sistemi da riosservarsi tra due Cicli (CH Cyg, Hen 2-104, Hen 2-147) per determinare la distanza dalla parallasse d'espansione, utilizzando la de-proiezione spazio-cinematica delle osservazioni spettroscopiche in alta risoluzione ottenute con il 4m del CTIO e il 4.2m WHT. Prosegue l'attività di studio dei jet con spettroscopia Echelle da Cima Ekar, lo studio di abbondanze chimiche il simbiotiche di Halo con SARG al TNG e FEROS al 2.2m dell'ESO, nonchè la ricostruzione della storia fotometrica di molti oggetti da lastre di archivio di Asiago, Harvard e Sonneberg.

D) V838 Mon. Esplosa nel gennio 2002, V838 Mon si è subito qualificata come una degli eventi più rari mai osservati, con un solo analogo scoperto nel Bulge di M31 nel 1989. L'esplosione ha raggiunto magnitudini assolute bolometriche in eccesso di –10, con minime segnature di perdita di massa, e sviluppato lo spettro di una ipergigante dei tipo spettrale molto avanzato (ad iniziare da K5 per arrivare ad M10 ed oltre, fino a T2, tipi fino ad ora osservati solo nelle brown dwarfs, e non certo tra le stelle più brillanti dell'intero Gruppo Locale). Le stranezze dello spettro, ricchissimo di Bario ed elementi *s* e caratterizzato da gravità bassissime vanno in pari con l'incomprensibilità della curva di luce alle varie lunghezze d'onda e l'evoluzione polarimetrica. Munari ha guidato un largo team internazionale che ha studiato dall'UV all'IR il fenomeno e scoperto il light-echo attorno all'oggetto. Tale evento è il primo ad essere scoperto nella Galassia dal 1936. Il light-echo attorno a V838 Mon è espanso fino a raggiungere gli attuali 90 arcsec di diametro, che giustificato l'ottenimento nell'arco di un anno 5 visite di HST su tempo DDT con ACS (imaging e polarimetria), che hanno prodotto spettacolari risultati sulla tomografia tri-dimensionale dell'ambiente circumstellare (Fig. 8).

E) RAVE. Durante il 2002 è stato messo a punto, finanziato ed iniziato il progetto RAVE, basato su osservazioni con lo spettrografo a fibre *6dF* all'UKST dell'Anglo-Australian Observatory. Munari è nell'Executive Board e tra i fondatori del progetto, che comincia ad osservare l'11 Aprile 2003 per arrivare a completamento entro il 2010, in coincidenza con il lancio di SIM e GAIA e la dismissione dell'UKST. RAVE è una survey spettroscopica in alta risoluzione, completa alla magnitudine V=15, di tutto il cielo accessibile dall'Australia. L'estensione alla cappa polare nord è prevista a partire dal 2006 con il telescopio LAMOS. L'intervallo spettrale adottato (8400-8800 Å) è lo stesso prescelto per GAIA su indicazione di U. Munari. Lo stesso coordina i working groups di RAVE sui traccianti spettroscopici del mezzo interstellare ed sull'analisi delle atmosfere stellari.

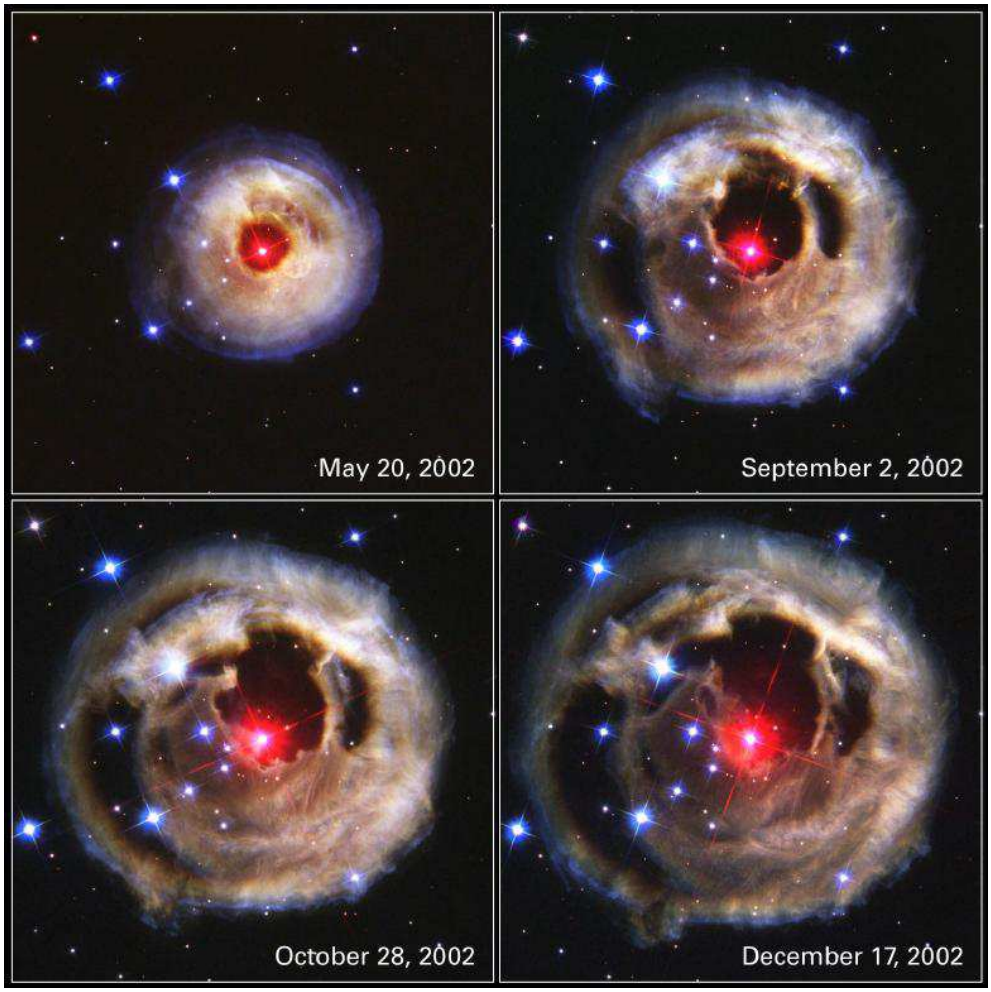

Figura 8: Evoluzione nel 2002 del light-echo di V838 Mon osservata con HST e ACS in modo polarimetrico. Le immagini nelle bande B, V, ed I sono combinate assieme per ottenere quella in tricromia. Si notano, particolarmente bene nell'immagine del 20 maggio, i bordi azzurri esterni e quelli corrispondenti interni rossi, come eco in espansione del secondo massimo (picco il 6 Febbraio, con un B-V=+0.89) e del terzo massimo dell'outburst (picco il 27 marzo, con un B-V=+2.52). Dalle dimensioni e dalla espansione angolare degli echi del secondo e terzo massimo si determina la distanza dell'oggetto come superiore a 6 kpc.

2.5 Analisi delle proprietà spettrofotometriche nel medio infrarosso delle stelle AGB con forte perdita di massa

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Alessandro Bressan, GianLuigi Granato; (altri Enti) Laura Silva
Borsisti, personale a contratto: H. Aussel, G. Rodighiero

Tematica: Le stelle di massa intermedia e alcune di piccola massa terminano la loro vita nucleare nel ramo gigante asintotico (AGB). In questa fase esse sono caratterizzate da inviluppi in espansione molto freddi, così da permettere la formazione di grani di polvere che assorbono la luce ottica e la riemetteno nel medio infrarosso (MIR).

Obiettivi: Lo studio delle proprietà di queste stelle nel medio infrarosso permette di individuarle anche in regioni con elevata estinzione. In questo modo è possibile analizzare le popolazioni stellari anche nelle regioni oscurate in direzione del centro Galttico.

Risultati: Abbiamo costruito le prime isocrone nel MIR esistenti in letteratura e le abbiamo confrontate con i diagrammi HR di ammassi stellari nella direzione del centro galattico, ottenuti con il satellite ISO. È stata trovato che lo spettro integrato delle popoalzioni stellari semplici ha una differente dipendenza da età e metallicità nell'ottico e nel MIR. Abbiamo suggerito che ciò può essere utilizzato per aggirare il problema della degenerazione tra età e metallicità nello studio delle galassie ellittiche (Fig. 9).

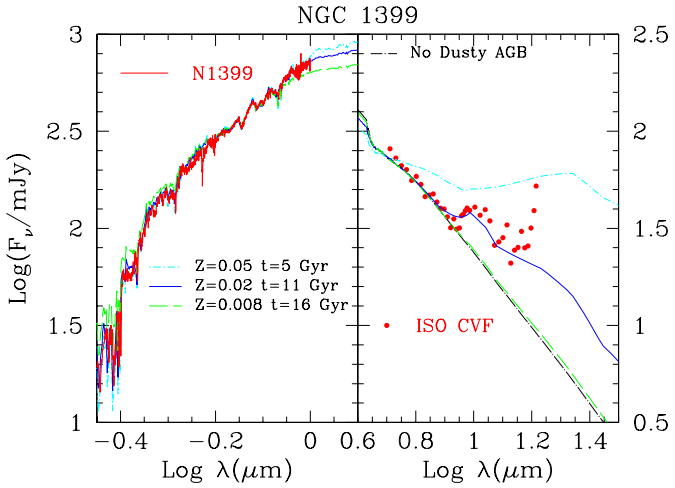

Figura 9: Sinistra: modelli con metallicità ed età opportunamente scelte possono riprodurre lo spettro ottico di NGC1399 (L. Buson, comunicazione privata). Destra: solo uno dei modelli precedenti puo' riprodurre lo spettro di NGC1399 osservato da ISO: quello con metallicità media solare ed età di 11 miliardi di anni. Ciò è dovuto al differente comportamento dei vettori di invecchiamento e di arricchimento metallico, nei colori ottici ed in quelli nel medio infrarosso, per la presenza delle stelle di AGB.

2.6 Struttura spaziale di nebulose in espansione

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Franco Sabbadin, Massimo Turatto, Stefano Benetti; (altri Enti) Enrico Cappellaro, Roberto Ragazzoni
Finanziamenti: MIUR MM02905817

Tematica: Fino a oggi lo studio dettagliato delle nebulose gassose è stato limitato dal fatto che "esse sono strutture tridimensionali per le quali otteniamo solamente la proiezione bidimensionale". Abbiamo studiato una nuova metodologia 3D per ricostruire la distribuzione spaziale del gas ionizzato, applicabile a ogni tipo di nebulosa in espansione. Ciò apre vasti campi di ricerca (cinematica, morfologia, struttura, condizioni fisiche, ionizzazione, composizione chimica, distanza, fase evolutiva) per le Nebulose Planetarie, i gusci di Novae, i Resti di Supernovae, le nebulae espulse da stelle calde in Sequenza Principale, da stelle simbiotiche, da stelle Wolf-Rayet di Popolazione I etc.).

Obiettivi: Il "sogno" è quello di de-proiettare l'immagine apparente e di ricostruire la distribuzione spaziale del gas ionizzato. Questo risultato è stato conseguito all'Osservatorio Astronomico di Padova. La considerazione di base è che la nebulosa è un plasma in espansione; quindi, la posizione, lo spessore e la densità di ogni volume elementare possono essere ottenuti dalla velocità radiale, dalla forma e dall'intensità della corrispondente emissione. Così, partendo da spettri ad alta risoluzione, applichiamo un'analisi tomografica, che ricostruisce la distribuzione ionica nella "fetta" di nebula vista dalla fenditura dello spettrografo, e poi assembliamo tutte le mappe tomografiche per mezzo di una procedura 3D-rendering, ricavando la vera forma spaziale dell'oggetto.

Risultati: Spettri EMMI (ESO NTT) + imaging (HST) della Nebulosa Planetaria compatta NGC 6565 indicano che si tratta di un ellissoide triassiale otticamente spesso, emesso circa 2500 anni fa e proiettato quasi pole-on (Fig. 10). Il gas lungo l'asse maggiore è stato accelerato da un qualche agente (vento stellare veloce? ionizzazione? campo magnetico?) formando due deboli e asimmetriche cupole emisferiche. Un largo bozzolo di gas neutro avvolge completamente la nebula ionizzata.

NGC 6565 è in fase di ricombinazione a causa del crollo di luminosità della stella eccitatrice, che sta raggiungendo la zona delle nane bianche. Il declino stellare è partito circa 1000 anni fa, ma la nebula è rimasta otticamente sottile per altri 600 anni prima che la ricombinazione iniziasse. In un prossimo futuro il fronte della ionizzazione ricomincerà a estendersi, poichè il fattore di diluizione dovuto all'espansione prevarrà sul calo di luminositaà stellare, sempre più lento. NGC 6565 si trova a una distanza di 2.0 Kpc e puo' essere suddivisa in tre zone radiali: la parte "totalmente ionizzata" si estende fino a 0.029-0.035 pc all'equatore (0.050 pc ai poli), la zona di "transizione" fino a 0.048-0.054 pc (0.080 pc), e il debole "alone", visibile fino a 0.110 pc. La massa ionizzata ($\simeq$0.03 $M_\odot$) è solo una frazione della massa totale ($\geq$ 0.15 $M_\odot$), che è stata eiettata da un superwind di $4(\pm2)\times10^{-5}$ $M_\odot$ yr^{-1} durato per $4(\pm2)\times10^3$ anni.

La precedente analisi applicata alla Nebulosa Planetaria NGC 6818 mostra che si tratta di una doppia shell otticamente sottile (quasi–sottile in alcune direzioni), giovane (3500 anni), di massa $M_{ion}\simeq0.13$ $M_\odot$, posta alla distanza di 1.7 Kpc, vista lungo il piano equatoriale: un debole e disomogeneo sferoide (r$\simeq$0.090 pc) attornia un denso ellissoide triassiale (a/2$\simeq$0.077 pc, a/b$\simeq$1.25, b/c$\simeq$1.15) vuoto lungo l'asse maggiore e con una coppia di condensazioni equatoriali simmetriche e otticamente spesse. La fase evolutiva di NGC 6818 è molto peculiare: all'inizio della ricombinazione del gas ionizzato. Essa è connessa col declino luminoso della stella centrale (0.625 $M_\odot$), la quale ha recentemente esaurito il bruciamento nucleare nella shell di idrogeno, e si sta velocemente portando nella zona delle nane bianche ($\log T_* \simeq5.22$ K; $\log L_*/L_\odot \simeq3.1$). The nebula è destinata a diventare sempre più opaca, con una frazione crescente di gas neutro e di polveri negli strati esterni. Solamente fra qualche centinaio di anni la diluizione del gas dovuta dall'espansione prevarrà sul declino stellare, sempre più lento, causando una graduale re-ionizzazione dell'inviluppo esterno. L'analisi accurata delle immagini HST ha permesso di appurare che la stella centrale di NGC 6818 ($m_V \simeq17.06$) è una binaria visuale: la debole compagna rossa ($m_V \simeq17.73$) è a 0.09 arcsec in PA=190^o, corrispondente a una separazione $\geq$150 AU e ad un periodo orbitale $\geq$1500 anni.

I filmati della proiezione multicolore e della struttura spaziale in vari ioni e a vari cuts di questa e delle altre nebulose studiate sono disponibili alla pagina "web.pd.astro.it/sabbadin".

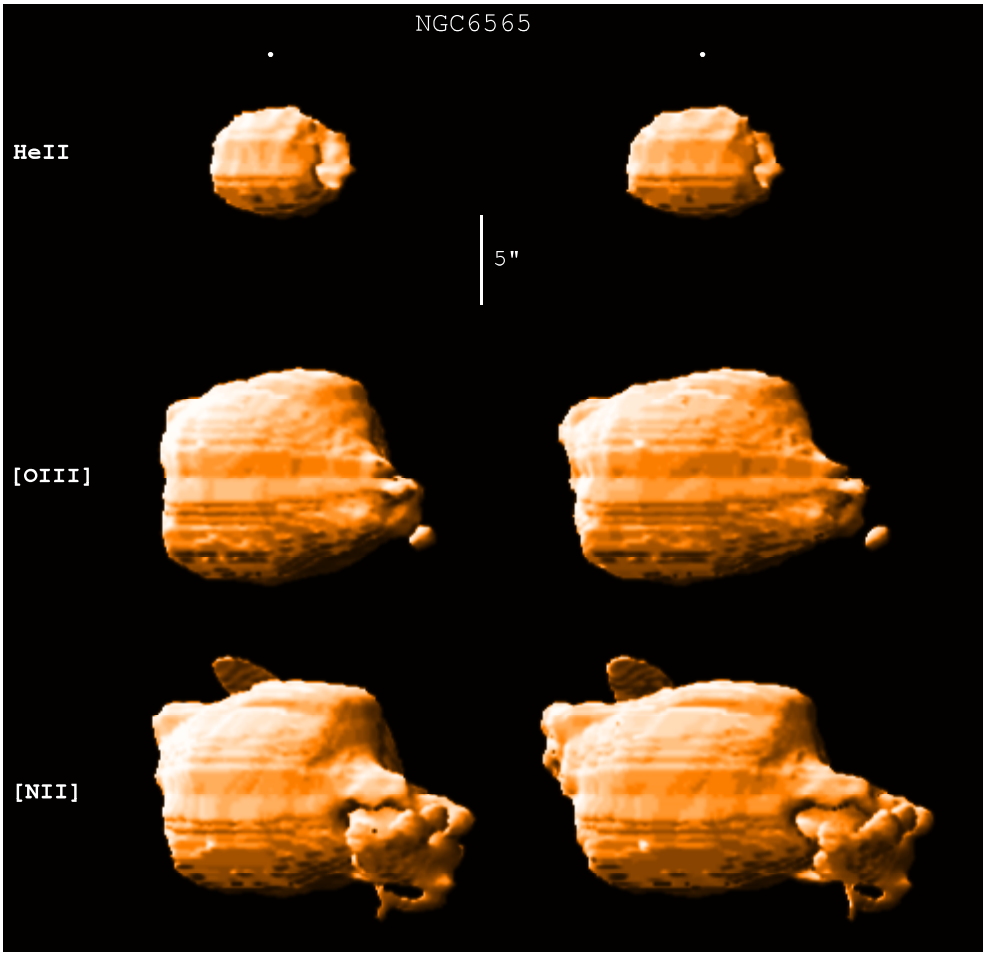

Figura 10: "Stereoscopia inversa" della struttura spaziale di NGC 6565 ad alta (He II), media ([O III]) e bassa eccitazione ([N II]), vista da un angolo di 50° rispetto alla congiungente Terra–nebulosa. Per ottenere l'immagine tridimensionale, incrociare gli occhi fino a far combaciare i due puntini bianchi.

2.7 La fisica dell'esplosione di Supernovae di tipo Ia

Ricercatori coinvolti: (OaPd) S. Benetti, M. Turatto, L. Zampieri, A. Baruffolo; (altri Enti) E. Cappellaro, P. Mazzali, A. Pastorello, A. Harutyunyan, F. Patat, G. Pignata
Borsisti, personale a contratto: G. Altavilla, M. Riello, N. Elias de la Rosa
Finanziamenti e Durata: U.E. come RTN; durata del progetto 4 anni.

Tematica: Le evidenze di un'accelerazione dell'espansione cosmica sono basate interamente sulle osservazione delle Supernovae di tipo Ia (SNIa) fino a redshift uguale ad 1. Questo risultato ha importanti conseguenze in molti settori della fisica perchè l'accelerazione sarebbe legata alla presenza di una costante cosmologica o ad una forma di "energia oscura" ancora ignota.

Obiettivi: Benchè le SNIa siano considerate buoni indicatori di distanza, vi sono evidenze osservative che la loro luminosità varia di un ordine di grandezza. È solo attraverso relazioni empiriche tra la forma della curva di luce e la luminosità che esse sono diventate i migliori indicatori di distanza fino a distanze cosmologiche. Nonostante i notevoli progressi fatti negli ultimi anni, le proprietà fisiche dell'esplosione restano sconosciute e questa è la sorgente primaria dell'incertezza nei valori dei parametri cosmologici. Per esempio, non è noto se le proprietà osservative delle SNe ad alto reshift, esplose diversi miliardi di anni fa, siano le stesse di quelle osservate nell'Universo locale. Primo ed indispensabile strumento di indagine è la costruzione, attraverso nuove osservazioni fotometriche e spettroscopiche di SNe vicine, di un database di osservazioni al quale verranno poi applicati i codici teorici radiativo-idrodinamici sviluppati ad hoc. L'accoppiamento di osservazioni omogenee e teoria permetterà di testare la bontà delle SNIa come indicatori di distanza su scala cosmologica. Con questo obiettivo il gruppo di Padova è entrato in una grande collaborazione europea assieme agli istituti di Oxford, Cambridge, Londra, Parigi, Barcellona, Stoccolma, Monaco.

Risultati: Le esplosioni delle SNe non possono essere previste per cui le osservazioni delle loro prime fasi (molto importanti per lo studio del meccanismo esplosivo) sono condotte con programmi di ToO (target of opportunity). Il gruppo di Padova è responsabile per l'uso dei telescopi di Asiago, TNG ed ESO La Silla e Paranal. Grazie all'utilizzo simultaneo di queste "facilities" abbiamo ottenuto set di osservazioni di altissima qualità per un certo numero di oggetti. Il miglior esempio è SN 2002bo per la quale abbiamo coperto con una frequenza senza precedenti le primissime fasi dopo l'esplosione fino al massimo di luce. In questa fase le righe che appaiono negli spettri sono quelle degli elementi degli strati più esterni che meno hanno risentito delle trasformazioni nucleari avvenute durante l'esplosione e che quindi sono adatte a fornire le caratteristiche del progenitore. L'analisi in corso ha già rivelato che SN 2002bo è un oggetto arrossato, più energetico della media e con un tasso di declino relativamente lento. Vari altri oggetti sono stati studiati (per esempio SN 2002dj e SN 2002cr).

2.8 Ricerca e determinazione delle frequenza delle SNe a redshift intermedio.

Ricercatori coinvolti: (OaPd) S. Benetti, M. Turatto; (altri Enti) E. Cappellaro, A. Pastorello, F. Patat
Borsisti, personale a contratto: G. Altavilla, M. Riello
Finanziamenti: MIUR per un altro anno. Il progetto è uno dei filoni di ricerca a lungo termine del nostro gruppo.

Tematica: La determinazione della frequenza delle Supernovae (SNe) è un ingrediente fondamentale nei modelli di evoluzione delle galassie. In particolare, a causa del breve tempo evolutivo delle stelle massicce la frequenza di SNe che originano dal "core-collapse" fornisce un metodo di misura del tasso di Formazione Stellare "istantanea", mentre le SNe termonucleari i cui progenitori sono sistemi binari evoluti, danno informazioni sulla storia evolutiva della Formazione Stellare.

Obiettivi: Come naturale estensione dei risultati ottenuti negli scorsi anni dal gruppo di Padova per galassie dell'Universo Locale, il gruppo ha perfezionato un programma di ricerca rivolto alla scoperta di SNe a redshift intermedi ($0.1< z <0.6$) col WFI al telescopio 2.2m di ESO LaSilla. L'obiettivo è quello di avere una statistica sufficiente per misurare la variazione della frequenza dei vari tipi di SNe con l'età dell'Universo. Nei prossimi anni lo studio verrà esteso ad altri redshift con l'utilizzo di OmegaCam e LBC. Risultati nel 2002: Nel corso di quest'anno la search ha prodotto 5 SNe con classificazione spettroscopica nel range di redshift 0.07-0.32 di cui 4 sono risultate essere di core-collapse (3 di tipo II e 1 Ic) e 1 di tipo Ia. Si è proceduto, inoltre, alla rianalisi di dati ottenuti durante la campagna osservativa 1999-2001 con le nuove e più raffinate procedure di sottrazione di templates messe a punto nel corso di quest'anno. È in corso l'analisi e la caretterizzazione del campione di SNe scoperte durante l'intera search: in totale finora sono 12 le SNe di "core collapse" (10 II, 1 IIn e 1 Ic) e 9 quelle di tipo Ia scoperte. E' stata inoltre fatta una stima preliminare della frequenza di SNe in SNu ($1SNu=1SN(100yr)^{-1}(10^{10}L_{B\odot})^{-1}$) con il metodo del tempo di controllo, prendendo in considerazione la correzione K, la dilatazione dei tempi, assumendo una Ho=75 km $s^{-1}Mpc^{-1}$ ed un Universo di Einstein-De Sitter. Ad un redshift di ~ 0.2 si è così stimata una frequenza di 0.2(+0.20-0.18) SNu per le tipo Ia e di 0.27(+0.28-0.25)SNu per le core-collapse, valori ancora molto simili alle frequenze riscontrate nell'Universo Locale.

Per poter gestire la grande mole di dati raccolti nel progetto si è sviluppato un archivio interattivo basato sul database relazionale MySQL.

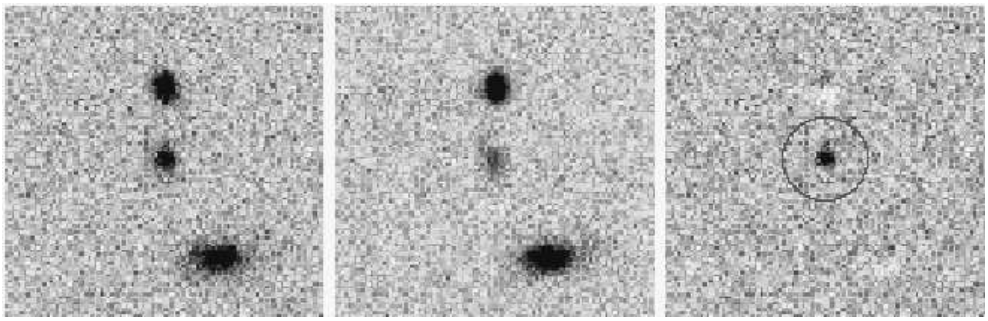

Figura 11: Immagini di scoperta di SN 2002fc ottenute col telescopio ESO-MPA 2.2m + WFI. A sinistra: la nuova immagine contenente la SN e la galassia ospite; al centro: l'immagine di riferimento ottenuta prima dell'esplosione della SN; a destra: la sottrazione delle due immagini precedenti. Nella sottrazione appare evidente la nuova SN (V=22.4, z=0.42, tipo Ia).

2.9 Nucleosintesi, stadi finali dell'evoluzione stellare ed evoluzione chimica delle galassie

Ricercatori coinvolti: (OaPd) S. Benetti, M . Turatto, L. Zampieri; (altri Enti) E. Cappellaro, P. Mazzali, A. Pastorello, H. Harutyunyan
Borsisti, personale a contratto: G. Altavilla, M. Riello, H. Navasardian
Finanziamenti: MIUR 2000, altre richieste in corso. Il progetto è uno dei filoni di ricerca a lungo termine del nostro gruppo.

Tematica: Le Supernovae costituiscono l'evento esplosivo che pone fine alla vita di alcuni tipi di stelle. Esse hanno grande importanza in vari settori della fisica, dall'evoluzione stellare alla nucleosintesi, dalla scala delle distanze alle onde gravitazionali. Le modalità di esplosione delle supernovae possono essere molto diverse. Le stelle di grande massa (M> 8 masse solari) esplodono a causa dell'energia rilasciata dal collasso del nucleo, mentre le stelle di piccola massa esplodono con un meccanismo diverso (termonucleare)solo se sono in sistemi binari stretti.

Obiettivi: La ricerca si prefigge l'obiettivo di studiare i vari tipi di esplosione dal punto di vista osservativo e teorico. Scopo delle osservazioni è quello di raccogliere sia fotometria ottica a banda larga che spettroscopia a bassa ed alta risoluzione con i telescopi di Asiago, TNG, ESO La Silla e Paranal. Al progetto è stato assegnato anche tempo col satellite XMM per spettroscopia nella banda X.

Risultati: Abbiamo focalizzato i nostri sforzi sullo studio delle SNe meno energetiche prodotte dal collasso del nucleo. Sono state confermate le indicazioni che l'esplosione di SN 1997D fosse alcune volte più debole delle normali SNII e che la quantità di elementi del gruppo del Ferro, in particolare di ^{56}Ni, fosse 10 volte inferiore che in SN 1987A. Abbiamo poi studiato altri 4 oggetti di questo tipo, SNe 1999br, 1999eu, 1994N e 2001dc, grazie ad un notevole sforzo osservativo profuso nel corso degli ultimi anni. L'analisi dei dati ed il modelling teorico hanno confermato che questi oggetti sono del tutto simili a 1997D. Questi risultati aprono nuovi orizzonti nello studio delle SNII. Le implicazioni dell'esistenza di simili oggetti sull'evoluzione chimica delle galassie, sulla dinamica dell'ISM e sulla formazione di BH durante il collasso del nucleo sono di estremo interesse. Nel corso di queste ricerche abbiamo sviluppato un codice semianalitico che, partendo dalla curva di luce bolometrica, dalla velocità di espansione del materiale espulso e dalla temperatura del continuo, permette di ricavare la dimensione del progenitore, la massa del materiale radioattivo espulso e dell'inviluppo eiettato e l'energia dell'esplosione. Abbiamo anche continuato lo studio di SNe di tipo IIn, ossia di quegli oggetti che mostrano evidenti segni di interazione tra il materiale eiettato ed il mezzo circumstellare, evidenziando configurazioni del mezzo circumstellare molto diverse nei vari casi. Infine abbiamo studiato SNe associate ai gamma–ray burst (GRB). In particolare è stata studiata SN 2002ap, un caso analogo ma leggermente meno energetico di 1998bw, l'oggetto che ha dato inizio alla saga dell'associazione tra SNe e GRB, e SN1999E che rappresenta il secondo caso di una SN probabilmente associata ad un GRB che ha mantenuto un inviluppo di H al momento dell'esplosione.

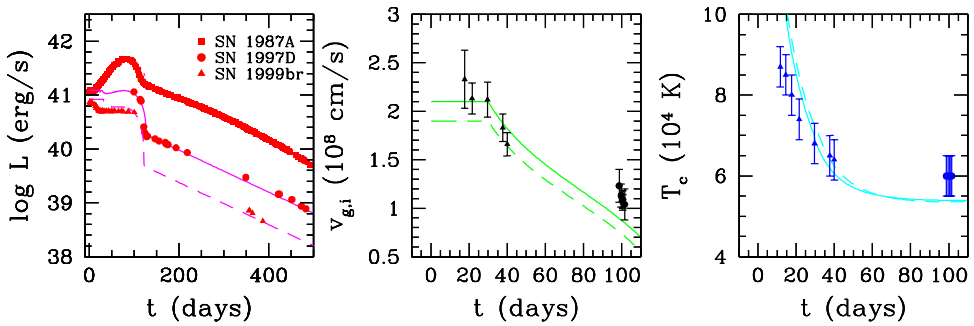

Figura 12: L'inserto superiore mostra la curve di luce bolometrica delle supernove di tipo II SN 1987A, SN 1997D e SN 1999br. Queste ultime sono le due supernove meno luminose scoperte sino ad oggi. Il secondo inserto mostra la velocità del gas alla fotosfera della supernova in funzione del tempo, misurata dalle righe spettrali dello Scandio. La bassa velocità indica che l'energia cinetica del materiale eiettato in SN 1997D e SN 1999br è molto piccola rispetto a quella tipicamente osservata in supernove più luminose. Infine, il terzo inserto mostra l'evoluzione nel tempo della temperatura di colore alla fotosfera. Le linee (continua e tratteggiata) rappresentano i risultati ottenuti interpolando le osservazioni di SN 1997D e SN 1999br con un modello semi-analitico dell'evoluzione dell'inviluppo di supernova da noi sviluppato. Dal confronto del modello con le osservazioni risulta che l'energia dell'esplosione è molto piccola, mentre la massa dei progenitori è superiore a 20 masse solari. La quantità di Nichel ed elementi del gruppo del ferro prodotta da queste supernove è da 10 a 40 volte inferiore rispetto a quella prodotta da una tipica supernova di tipo II. Il nucleo collassato di queste supernove potrebbe essere un buco nero che si è formato ingoiando letteralmente gli strati interni della stella dopo l'esplosione. SN 1997D e SN 1999br potrebbero quindi rappresentare le prime supernove identificate che formano buchi neri.

2.10 Popolazioni stellari in galassie esterne; collaborazioni al progetto GAIA; Ammassi galattici

Ricercatori coinvolti: (OaPd) E. Nasi, A. Vallenari, E. Held, D. Bettoni; (altri Enti) G. Bertelli
Borsisti, personale a contratto: S. Pasetto, A. Moretti, L. Rizzi

A) Formazione stellare nelle galassie vicine

Sono stati ridotti e analizzati i dati relativi a due campi nella LMC e SMC ottenuti con la camera a grande campo del telescopio ESO 2.2m. Nella LMC sono stati derivate le età di circa 40 tra ammassi e associazioni stellari situate al bordo Sud della supershell LMC4. La formazione degli ammassi ha avuto un picco tra 10-20 Myr che corrisponde alla età della Supershell. Gli oggetti più giovani di 10 Gyr sono collocati in vicinanza dele nubi di C0 indicando una possibile influenza sul processo di formazione della interazione della supershell con il mezzo interstellare. Un gran numero di oggetti mostra segni di interazione indicando che gli ammassi si formano in grandi gruppi. Questi risultati sono in accordo con il modello multi-scala di formazione stellare ove ci si aspetta di trovare una correlazione tra durata della formazione stellare e dimensioni della regione.

B) Evoluzione dinamica delle galassie

Il codice parallelo N-body Tree-SPH è stato implementato con un nuovo algoritmo statistico per il calcolo del tasso di formazione stellare e della evoluzione chimica, utile soprattutto nel caso in cui si consideri un elevato numero di particelle. Il codice è stato applicato alla simulazione di galassie a disco isolate predicendone la struttura finale e la evoluzione chimica. Inoltre sono stati simulati ammassi di galassie dimostrando la capacità dell'algoritmo di studiare l'evoluzione chemo-dinamica delle galassie e del mezzo intergalattico in un contesto cosmologico.
È stata studiata l'evoluzione morfologica di galassie nane satelliti di una galassia massiccia come la Via Lattea discutendo la possibile evoluzione di una nana irregolare in una nana sferoidale a causa della interazione mareale.

3 GALASSIE E COSMOLOGIA

L'Osservatorio di Padova svolge da molti anni un'ampia e articolata attività di ricerca in questo settore, sia in campo osservativo che teorico, con coinvolgimenti di rilievo in importanti progetti internazionali, tra cui le missioni spaziali PLANCK ed HERSCHEL e i progetti WINGS (PI dell'OAPd) ed EDISCS.

Formazione, evoluzione e proprietà delle galassie

Lo studio sull'universo primordiale (scheda 3.1) ha riguardato, nel 2002, principalmente l'analisi della possibilità di vincolare modelli di Energia Oscura utilizzando i dati disponibili sullo spettro di potenza della temperatura del fondo cosmico di microonde e i futuri dati in temperatura e polarizzazione ottenibili con la missione PLANCK. L'Osservatorio di Padova partecipa attivamente allo sviluppo di questa missione, collaborando alla definizione degli obiettivi scientifici ed alla costruzione degli strumenti *software* per la separazione delle varie componenti (fondo cosmico ed emissioni di origine galattica ed extragalattica) presenti nelle mappe sia di temperatura che di polarizzazione.

C'è stata un'intensa attività sul problema dell'origine delle galassie e della loro evoluzione spettro-fotometrica e chimica. Un ingrediente fondamentale per questi studi sono dei modelli spettro-fotometrici che diano una visione il più possibile pancromatica delle galassie, includendo al meglio l'insieme dei fenomeni fisici occorsi durante la loro evoluzione (scheda 3.2).

I modelli evolutivi di sintesi di popolazione, che si estendono dalla banda radio a quella X, sono stati accoppiati a modelli semianalitici per la formazione delle strutture cosmiche. I risultati, oltre a notevoli successi, hanno evidenziato elementi di debolezza di questi modelli. Sono state pertanto esplorate strade alternative. Particolarmente promettente risulta l'approccio che affronta in modo congiunto l'evoluzione delle galassie sferoidali e dei nuclei attivi ai loro centri, includendo le mutue interazioni fra le due componenti (scheda 3.3).

La scheda 3.4 descrive un'analisi delle proprietà evolutive derivanti dal collasso di sistemi isolati, inizialmente composti di gas e materia oscura, partendo da condizioni iniziali consistenti con il modello cosmologico. Lo studio utilizza un codice SPH (Smooth Particle Hydrodynamic) che include, in modo autoconsistente, il calcolo dell'evoluzione chimica del gas e quello, chemo-fotometrico, della distribuzione spettrale di energia (SED) delle stelle, dall'UV fino ad 1 mm comprendendo quindi anche l'effetto delle polveri.

Informazioni cruciali sull'evoluzione delle galassie di campo e sulla natura degli Extremely Red Objects (che risultano essere in parte galassie sferoidali evolute a redshift $\gtrsim 1$ ed in parte galassie con intensa formazione stellare, fortemente oscurate) viene dagli Hubble Deep Fields e dalle osservazioni di follow-up in spettroscopia e fotometria, particolarmente nell'infrarosso (scheda 3.5).

Come è emerso con sempre maggiore evidenza negli ultimi anni, le fasi di più attiva formazione stellare delle galassie sono fortemente oscurate da polveri. Il loro studio richiede pertanto osservazioni nel medio/lontano infrarosso. Le survey più estese e profonde in questa regione spettrale sono quelle condotte col satellite ISO. La scheda 3.6 riporta risultati del lavoro svolto utilizzando i dati dell'European Large Area ISO Survey (ELAIS) a 15 e 90 μm e delle osservazioni di follow-up dall'ottico al radio.

Un altro importante studio basato su dati nel medio/lontano infrarosso riguarda il campione più profondo di galassie selezionate col satellite IRAS, nella regione del Polo Nord Eclittico (NEPR). Per questo campione sono stati acquisite osservazioni con ISOCAM a 15 μm e osservazioni fotometriche e spettroscopiche (scheda 3.7).

La scheda 3.8 descrive lo studio di polvere, gas e altri indicatori di formazione stellare in oggetti (Quasars, Seyferts e Galassie infrarosse) a basso ed alto redshifts attraverso le osservazioni fotometriche e spettroscopiche del satellite ISO, fotometriche dal suolo con SIMBA (SEST) e il 30m IRAM e spettroscopiche con il 30m di IRAM. Riporta inoltre uno della popolazione degli EROs (Extremely Red Objects) per definirne le proprietà fisiche.

L'attenuazione della luce delle stelle giovani da parte del materiale assorbente all'interno delle galassie e il contributo alla luminosità da parte di un eventuale nucleo attivo centrale complicano la conversione della

luminosità osservata nelle galassie in tasso di formazione stellare ai diversi redshifts e quindi la comprensione della storia cosmica della materia barionica. Come illustrato nella scheda 3.9, si ottengono informazioni utili su questo problema dallo studio della formazione stellare recente in starburst locali di diversa luminosità.

La storia evolutiva delle galassie ha lasciato tracce importanti nella morfologia delle galassie locali e nella cinematica e dinamica delle loro componenti stellare e gassosa. Di qui l'importanza di accurati studi fotometrici, spettroscopici, e morfologici di oggetti vicini, inclusa la Via Lattea, che possono essere osservati in grande dettaglio.

Come illustrato nella scheda 3.10, osservazioni al telescopio millimetrico SEST del gas molecolare in galassie esterne forniscono indicazioni molto interessanti sulle interazioni ed i processi di infall e merging di galassie.

La ricerca descritta nella scheda 3.11 è diretta a caratterizzare globalmente le popolazioni stellari ed eventuali gradienti legati alla formazione/evoluzione in galassie E ed S0 vicine ed a mappare l'evoluzione spettro-fotometrica e dinamica del sistema stelle-gas in galassie che mostrano segni di eventi recenti di interazione debole o merging.

Uno studio finalizzato a chiarire il complesso collegamento tra l'origine degli ammassi stellari e l'origine ed evoluzione delle galassie è stato condotto sulla galassia M104, importante per le sue caratteristiche intermedie fra quelle delle galassie spirali avanzate e le galassie ellittiche (scheda 3.12).

Combinando dati a grande campo nell'ottico e nel vicino infrarosso e spettroscopia delle stelle e del mezzo interstellare delle galassie nane vicine si può ricostruire con buona approssimazione l'andamento della loro "storia di formazione stellare" a varie età, o, nel linguaggio cosmologico, "redshift". Recenti risultati di un programma a lungo termine su questo tema sono presentati nella scheda 3.13.

La Via Lattea è un banco di prova fondamentale per le teorie sulla formazione ed evoluzione delle galassie. La scheda 3.14 presenta risultati di studi riguardanti: i) le stelle più povere in metalli che forniscono evidenze cruciali sulle prime fasi evolutive; ii) la determinazione accurata di età e distanze degli ammassi globulari e le implicazioni per l'età dell'universo e la scala delle distanze. Vengono inoltre riportati i risultati di una studio di uno studio fotometrico e spettroscopico di RR Lyrae della Grande Nube di Magellano che ha portato ad una ricalibrazione della distanza.

Prospettive per un sostanziale progresso nella comprensione delle fasi oscurate da polveri dell'evoluzione di galassie e nuclei attivi sono offerte dalla missione SIRTF, prossima al lancio, e, su tempi più lunghi dal progetto spaziale ESA-HERSCHEL/FIRST (Far-IR Submillimetre Telescope). L'Osservatorio di Padova è coinvolto in modo significativo particolarmente nel consorzio per lo sviluppo dello strumento PACS su HERSCHEL (scheda 3.15).

Ammassi di galassie

Di rilievo è l'attività di studio dell'evoluzione morfologica, dinamica e chimica degli ammassi di galassie come sistemi rappresentativi dell'universo su larga scala e come ambienti favorevoli per chiarire quali fattori, intrinseci e ambientali, influenzano l'evoluzione delle galassie. Il progetto EDISCS (ESO Distant Cluster Survey, scheda 3.16) si propone di studiare attività di formazione stellare, tipi morfologici, masse e luminosità delle galassie in ammassi ad alto redshift (tra $z = 0.8$ e $z = 0.5$).

Gli ammassi di galassie vicini sono l'indispensabile termine di paragone per tutti gli studi evolutivi. Il progetto WINGS (Wide-field Imaging Nearby Galaxy-cluster Survey, scheda 3.17) ha appunto l'obiettivo di ottenere dati fotometrici e spettroscopici omogenei e di qualità adeguata alle moderne tecnologie per un campione statisticamente significativo di galassie in ammassi a basso redshift.

Altri studi di ammassi di galassie sono descritti nella scheda 3.18 dove sono riportati risultati sul Piano Fondamentale in ammassi di galassie con $z = 0.05$–0.25 e sulla formazione stellare in galassie di ammassi lontani, rivelata da osservazioni ISOCAM a 15 μm.

Nuclei galattici attivi

Ampia e variegata è anche la ricerca sui nuclei galattici attivi (AGN) sia come popolazione di grande interesse di per sè e per le sue inter-relazioni con le galassie ospitanti. In connessione con quest'ultimo aspetto

è di fondamentale importanza conoscere le proprietà globali che caratterizzano le galassie che ospitano nuclei attivi, attualmente note con sufficiente accuratezza solamente per oggetti a basso redshift ($0 < z < 1$). Nella scheda 3.19 si riportano i risultati di uno studio che utilizza immagini infrarosse di alta risoluzione spaziale ottenute al VLT in eccellenti condizioni di seeing per caratterizzare le galassie circostanti quasar a $1 < z < 3$, cioè nelle epoche cosmiche in cui l'attività nucleare è massima.

Un'indagine accurata delle proprietà spettrali ottiche ed UV dei quasar dà molte informazioni sui parametri fisici fondamentali: massa del buco nero supermassiccio, rapporto di Eddington, spin, angolo formato tra la linea di vista e l'asse del disco di accrescimento (scheda 3.20).

La scheda 3.21 presenta evidenze dirette di caduta di materiale verso l'oggetto compatto centrale, finora scarsamente documentata da dati osservativi, anche se richiesta dallo scenario di accrescimento per l'alimentazione dei nuclei attivi.

La scheda 3.22 riguarda un problema molto dibattuto negli ultimi anni e cioè la relazione tra attività radio, massa del buco nero e proprietà delle galassie ospitanti (in particolare il loro piano fondamentale).

Sempre in tema di nuclei attivi radio-emittenti, nella scheda 3.23 si presentano risultati sull'emissione X di blazars con emissione γ e sulle relative implicazioni riguardo ai meccanismi fisici che governano l'emissione.

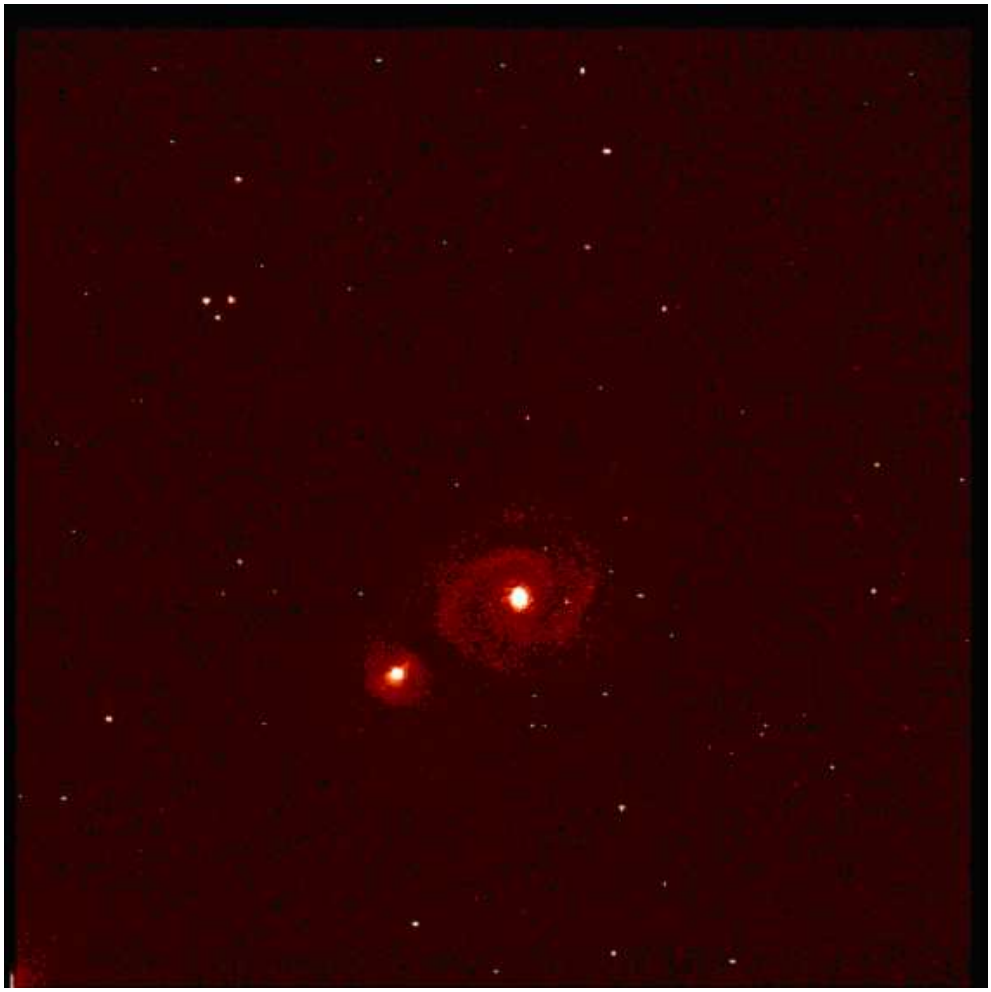

Figura 13: M51: immagine ottenuta al telescopio Schmidt di Cima Ekar. Filtro R e 80 secondi di esposizione.

3.1 Fondo cosmico di microonde (CMB)

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Gianfranco De Zotti; (altri Enti) C. Baccigalupi, S. Matarrese, D. Maino, E. Salerno, M. Bartelmann
Borsisti, personale a contratto: F. Perrotta, C. Bongardo
Finanziamenti: MIUR 2001, ASI

Tematica: L'attività si è focalizzata su tre aspetti: 1. Analisi dei vincoli sui modelli posti da dati di polarizzazione del fondo cosmico 2. Analisi degli effetti di contaminazione del segnale cosmologico da parte di componenti astrofisiche 3. Sviluppo di algoritmi per la separazione dei segnali dovuti al fondo cosmico dalle altre componenti presenti nelle mappe osservate.

Risultati

1. Perrotta, in collaborazione con Matarrese, Baccigalupi, Balbi, Vittorio e altri, ha studiato gli effetti sul CMB di una componente di "energia oscura" dinamica, prodotta da un campo scalare, detto di 'quintessenzà, che rotola lentamente lungo un potenziale quasi piatto. Le proprietà osservate dell'anisotropia in temperatura del CMB (nei dati di COBE, BOOMERanG, MAXIMA e DASI) sono state utilizzate per porre vincoli sia sulla quantità attuale di energia oscura che sul parametro che descrive l'equazione di stato di tale componente, valutato al tempo attuale. Utilizzando questo risultato come 'target model' si sono studiate le potenzialità dei satelliti MAP e Planck nel porre vincoli su tali parametri cosmologici, utilizzando dati sia in temperatura che in polarizzazione. L'analisi è stata condotta utilizzando la tecnica della matrice di Fisher. Tra i risultati più importanti di tale indagine citiamo il fatto che la densità attuale di energia oscura può essere determinata con una precisione attorno al 5%, mentre il parametro adimensionale può essere ottenuto con un'accuratezza del 17%, marginalizzando sugli altri parametri del modello.
2. Si è utilizzato il catalogo dei parametri di Stokes I, Q e U prodotto dalla NRAO VLA Sky Survey (NVSS), a 1.4 GHz, che copre circa l'82% della sfera celeste, per ottenere una diretta percezione della struttura delle fluttuazioni di polarizzazione dovute a sorgenti discrete e delle relative correlazioni tra intensità e polarizzazione. Data la frequenza relativamente bassa di questa survey, l'estrapolazione delle informazioni ottenute alle lunghezze d'onda delle microonde o millimetriche in cui vengono ottenute le mappe del fondo cosmico ha richiesto un'indagine attenta che tenesse conto, utilizzando dati complementari, della distribuzione degli indici spettrali delle sorgenti e della depolarizzazione Faraday. Si è confermato che le sorgenti radio sono il maggior contaminante delle mappe di polarizzazione del fondo cosmico su piccole scale, a frequenze fino a 100 GHz. Tuttavia, le nostre stime indicano che il modo E del fondo cosmico dovrebbe dominare a frequenze maggiori di 30 GHz.
3. Si è esteso all'analisi di mappe di polarizzazione il metodo denominato Independent Component Analysis (ICA), applicato recentemente a mappe simulate di temperatura del fondo cosmico. Questa tecnica è in grado di recuperare componenti indipendenti sovrapposte in mappe a varie frequenze, in presenza di rumore. In base al teorema del limite centrale, la somma di componenti indipendenti tende a seguire una statistica gaussiana. Massimizzando la non-gaussianità presente nei canali a frequenze diverse per mezzo di un algoritmo appropriato si riesce a isolare una delle componenti indipendenti per ogni canale. Le tecniche ICA limitano l'identificazione del sistema alla stima dell'operatore lineare di mescolamento, mentre la distribuzione delle componenti e le caratteristiche del rumore sono fissate.

3.2 Modelli chemo-spettro-fotometrici di galassie

Ricercatori coinvolti: (OaPd) A. Bressan, G. L. Granato; (altri Enti) L. Danese, L. Silva, P. Panuzzo, O. Vega
Borsisti, personale a contratto: C. Halliday
Finanziamenti: CNAA 2000

Tematica: Il gruppo di sintesi di popolazione si occupa dei modelli spettro-fotometrici di galassie per lo studio della storia globale della formazione stellare nell'Universo. I modelli di evoluzione spettro-fotometrica permettono di collegare le proprietà osservate delle galassie (magnitudini, colori, spettri) ai loro costituenti interni quali il numero, l'età e la metallicità delle stelle e il contenuto di gas e polvere ancora presente. La determinazione accurata di queste proprietà si basa sui differenti fenomeni fisici associati alle diverse componenti che costituiscono la galassia. La presenza di stelle giovanissime è riconoscibile da tipiche righe di emissione prodotte dal gas circostante ionizzato. La polvere assorbe parte della luce ultravioletta emessa dalla componente giovane e la riemette nel medio (5μm-25μm) e lontano (25μm-250μm) infrarosso. Le stelle di età intermedia si riconoscono per la dominanza delle righe spettrali di assorbimento dell'idrogeno. La componente stellare vecchia domina la luce nel vicino infrarosso (1μm-2μm) e da origine a caratteristiche ben individuabili nello spettro di una galassia, quali le righe di assorbimento di alcuni metalli. Un modello spettro-fotometrico viene ottenuto a partire dalla "storia" della formazione stellare, ossia dal numero di stelle di varia massa, età e metallicità. Questo viene fornito da un codice di evoluzione chimica che simula i vari processi di formazione stellare all'interno di una galassia. L'emissione delle varie componenti viene poi assemblata entro un modello "geometrico" di distribuzione di stelle, gas e polvere (GRASIL).

Obiettivi e risultati: Obiettivo primario del gruppo è di fornire modelli spettro-fotometrici adeguati allo sviluppo corrente delle tecnologie osservative da terra e dallo spazio. Ciò si traduce in uno sforzo atto a ottenere una visione il più possibile pancromatica delle galassie, che possa meglio caratterizzare l'insieme dei fenomeni fisici presenti e passati occorsi durante la loro evoluzione.

Il risultato è la costruzione di modelli spettro-fotometrici che predicono la distribuzione spettrale di energia luminosa dal lontano ultravioletto, fino alla banda radio. Questi modelli vengono utilizzati per analizzare osservazioni in bande diverese o predirre osservazioni su bande ancora inesplorate. Sta per essere ultimata l'estensione del modello nella banda X e l'inclusione delle righe di emissione di alcune molecole importanti (^{12}CO e ^{13}CO) .

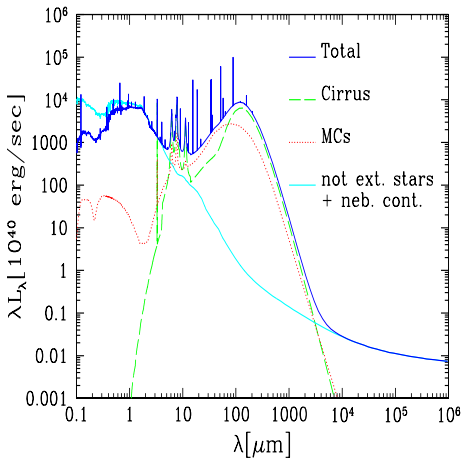

Figura 14: Modello spettro-fotometrico di una galassia a disco all'età di 10 miliardi di anni, dal lontano ultravioletto alle lunghezze d'onda radio. È evidenziato il contributo all'emissione delle diverse componenti: quello stellare non estinto, le righe di emissione, l'assorbimento (a corte lunghezze d'onda) e successiva riemissione (nell'infrarosso) della polvere in nubi molecolari e l'emissione della polvere diffusa (i "cirri").

3.3 Studio della formazione ed evoluzione di galassie e quasar

Ricercatori coinvolti: (OaPd) A. Bressan, G. De Zotti, G. L. Granato; (altri Enti) L. Danese, L. Silva

Tematica: Le modalità di formazione ed evoluzione della componente sferoidale (bulges ed ellittiche) delle galassie, risulta tuttora problematica per gli scenari di formazione delle galassie in ambito cosmologico. Diverse proprietà (chimica, statistica sorgenti sub-millimetriche ad alto redshift, correlazione colore-magnitudine) non risultano riproducibili dai modelli utilizzati sino ad oggi. Questi modelli sono comunque approssimati, in particolare per quanto riguarda l'evoluzione della componente barionica: una simulazione completamente numerica che copra tutte le scale rilevanti ed includa tutti i processi fisici rimane impossibile. Negli anni passati sono stati pertanto ampiamente utilizzati modelli detti di tipo *semianalitico*, in cui i processi fondamentali che coinvolgono i barioni (quali collasso e riscaldamento da shock, raffreddamento per irraggiamento, formazione stellare, conseguente feed-back energetico e chimico) sono trattati con rozze prescrizioni, in cui fra le altre cose viene dato per scontato che gli sferoidi siano il risultato di merging di dischi, e quindi si assemblino lentamente durante una parte sostanziale del tempo di vita dell'universo, ovvero diversi Gyr. Viceversa le proprietà sopra ricordate sembrano più consistenti con uno scenario di tipo monolitico, in cui gli sferoidi sarebbero il risultato di un rapido collasso e conseguente episodio di intensissima formazione stellare, della durata dell'ordine di 1 Gyr o meno. Tuttavia, fino ad oggi un quadro del genere non è mai stato sviluppato nel dettaglio in un modello di formazione delle galassie in ambito cosmologico.

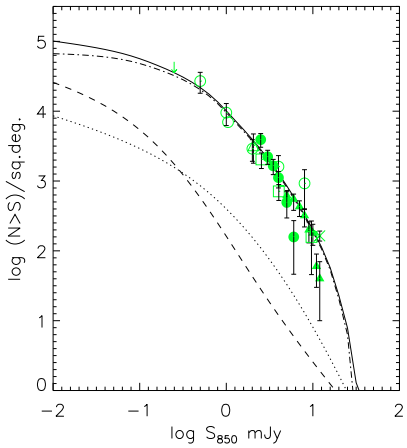

Figura 15: Statistica delle sorgenti sub-mm

Obiettivi e risultati: Risulta quindi cruciale la scelta dei processi da includere nella trattazione, e come poi questi vengono approssimati. Le scelte utilizzate finora evidentemente non sono soddisfacenti. D'altra parte alcune evidenze osservative suggeriscono un forte legame tra la formazione degli sferoidi e l'attività dei QSOs ad alto redshift. Scopo principale di questa ricerca è di comprendere se una diversa trattazione semianalitica, ed in particolare una trattazione adeguata della mutua interazione QSO-galassia, che finora è stata sostanzialmente trascurata, possa risolvere questi problemi. Abbiamo sviluppato, un modello in cui la funzione di luminosità dei QSO è usata per stimare la rate con cui gli sferoidi completano il loro episodio principale di formazione stellare.

Questo modello, per ora parzialmente fenomenologico, riproduce la statistica delle sorgenti sub-mm (Fig. 15) e le principali caratteristiche chimiche delle galassie ellittiche. Stiamo attualmente chiarendo i meccanismi fisici che legano la fase brillante ad alto z dei QSO con il rapidissimo declino della formazione stellare negli aloni di materia oscura che ospitano questo tipo di galassie.

3.4 Connessioni tra materia luminosa ed oscura

Ricercatori coinvolti: (OaPd) P. Mazzei (altri Enti) A. Curir, G. Murante

Il progetto riguarda lo studio evolutivo di galassie di diverso tipo morfologico con modelli chemo-dinamico-fotometrici. La prima parte del progetto si basa sull'analisi delle proprietà evolutive derivanti dal collasso di sistemi isolati, inizialmente composti di gas e materia oscura, partendo da condizioni iniziali consistenti con il modello cosmologico. La formazione stellare si accende, consistentemente col verificarsi di un opportuno set di condizioni fisiche, nel gas iniziale ed in quello successivamnte arricchito di metalli. Si utilizza per questo un codice SPH (Smooth Particle Hydrodynamic) che include, in modo autoconsistente, il calcolo dell'evoluzione chimica del gas e quello, chemo-fotometrico, della distribuzione spettrale di energia (SED) delle stelle, dall'UV fino ad 1 mm comprendendo quindi anche l'effetto delle polveri. Si sono evidenziate importanti connessioni tra materia oscura e luminosa gettando luce su alcuni aspetti finora molto critici in simulazioni gerarchiche. Simulazioni effettuate anche al variare della risoluzione (numero di particelle iniziali), rivelano come il tasso di formazione stellare e le proprietà dinamiche del sistema stellare risultante, dipendano dalle proprietà globali del sistema, ossia dalla massa di materia oscura, dal suo stato dinamico e geometria, oltre che da quelle locali, legate al ruolo dei processi dissipativi e dipendenti quindi dal gas e dal rapporto tra la materia barionica e quella oscura. Si ricavano così delle condizioni critiche per la formazione dei dischi che richiedono sistemi con massa totale non superiore a $10^{12}\, m\odot$ ed un rapporto tra materia barionica ed oscura intorno al valore cosmologico (0.15–0.05). Non emergono particolari vincoli per la formazione di sistemi early-type che appaiono comunque più favoriti all'aumentare di detto rapporto mentre galassie nane risultano più probabili ai limiti inferiori dello stesso intervallo.

La seconda parte del progetto prevede l'estensione di queste simulazioni in quadro interamente cosmologico. In quest'ambito, un primo passo riguarda lo studio della stabilità di dischi barionici entro aloni di materia oscura non dissipativa. Abbiamo già ottenuto per questo progetto oltre 12000 ore di calcolo nel 2002 dal CINECA. In assenza di gas, le stelle sviluppano rapidamente una barra che si mantiene ed accresce nel corso dell'evoluzione in seguito all'instabilità evolutiva dell'alone. Per quanto l'alone sia stato scelto tra i meno soggetti a merger, almeno per redshifts inferiori a 2, l'instabilità gravitazionale nelle regioni più interne dell'alone, ove si trova il disco, alimenta l'instabilità di barra anche nel caso di dischi stellari poco massicci rispetto all'alone (rapporto tra materia barionica ed oscura di 0.1) evidenziando un comportamento del tutto inatteso in quadro isolato.

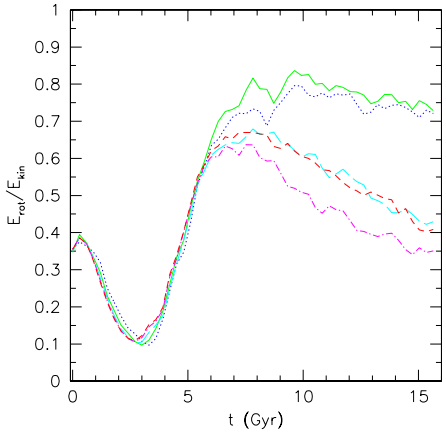

Figura 16: Evoluzione temporale del rapporto tra l'energia cinetica totale e di rotazione dei barioni (gas+stelle) al variare della massa totale, M_{tot}, in unità di $10^{10}\, m\odot$: M_{tot} =10, linea punteggiata, M_{tot} =20 continua, M_{tot} =100 a tratteggio lungo, M_{tot} =200 a tratto-punto, M_{tot} =500 a tratteggio.

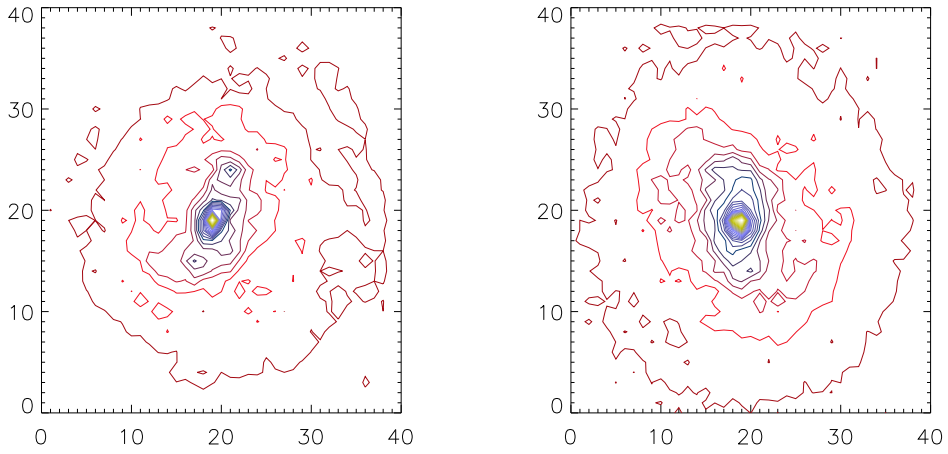

Figura 17: Morfologia x–y a redshift 0.5 (sinistra) e 0 (destra), evidenziata da 30 isodense con contrasto di densità 50 e range spaziale 20 kpc, per un disco stellare immerso a $z = 1$ in un alone cosmologico con massa, entro il raggio viriale, pari a 10 volte quella del disco, entrambi evolventi in un universo ΛCDM

3.5 La natura degli EROs e l'evoluzione delle Galassie di campo da imaging profondo HST

Ricercatori coinvolti: (OaPd) G. Fasano; (altri Enti) A. Franceschini, A. Cimatti, E. Daddi
Borsisti, personale a contratto: E. Pignatelli, P. Cassata

Tematica: L'eccezionale qualità degli Hubble Deep Fields (HDFs; Nord/Sud), in termini di risoluzione angolare e di profondità, ha permesso per la prima volta di studiare le proprietà fotometriche di galassie estremamente lontane, distinguendole per tipo morfologico. I relativi follow-up spettroscopici e le fotometrie infrarosse ottenute con telescopi a terra, in combinazione con le nuove tecniche di stima fotometrica del redshift, hanno completato l'informazione con il dato cruciale relativo alla distanza. Partendo da campioni completi selezionati in banda K, è stato così possibile tentare di ricostruire la storia globale di formazione stellare per le galassie di campo dei vari tipi morfologici. I risultati ottenuti per le galassie early-type, in particolare riguardo alla Spectral Energy Distribution (SED) e alla distribuzione dei redshifts, hanno seriamente messo in discussione l'assunto che questi oggetti si siano formati in epoche remote ($z_F \sim 5$), così come risulterebbe dagli studi effettuati sulle galassie early-type in ammassi distanti. Il dibattito è tuttora aperto, anche a causa dell'esiguità del campione di galassie early-type estratte nel ridotto angolo di vista degli HDFs, ed è stato recentemente arricchito dalla scoperta degli Extremely Red Objects (EROs; $R - K \geq 5$), indicati come possibili galassie ellittiche già evolute ad alto redshift.

Obiettivi e risultati preliminari: Il primo obiettivo è quello di arricchire sostanzialmente il campione usato nei precedenti studi, sfruttando le immagini di eccezionale qualità che cominciano ad affluire dalla nuova Advanced Camera for Surveys (HST/ACS; Fig. 18) e che, nell'ambito del programma ESO/GOODS-SIRTF, saranno affiancate da fotometria infrarossa (VLT/SOFI-ISAC) e spettroscopia di prim'ordine (VLT/FORS2-VIMOS).

Il secondo obiettivo è quello di selezionare sulle immagini ad alta risoluzione HST/ACS un campione di EROs e studiarne in dettaglio la morfologia allo scopo di stabilire se questi oggetti sono prevalentemente ellittiche evolute ad alto redshift o se si tratta di oggetti fortemente arrossati da grandi quantità di polvere associata a intensa formazione stellare (star-burst).

Le indicazioni ottenute finora per un campione di 18 EROs appartenenti alla survey K20, sulla base di immagini HST/WFPC2 in due colori e di spettri VLT/FORS, sembrano favorire la seconda ipotesi. La Fig. 18 mostra uno dei pochi EROs del campione avente morfologia early-type. Anche in questo caso, tuttavia, la mappa di colore suggerisce che il colore rosso sia dovuto al forte assorbimento da polvere in bande circumgalattiche.

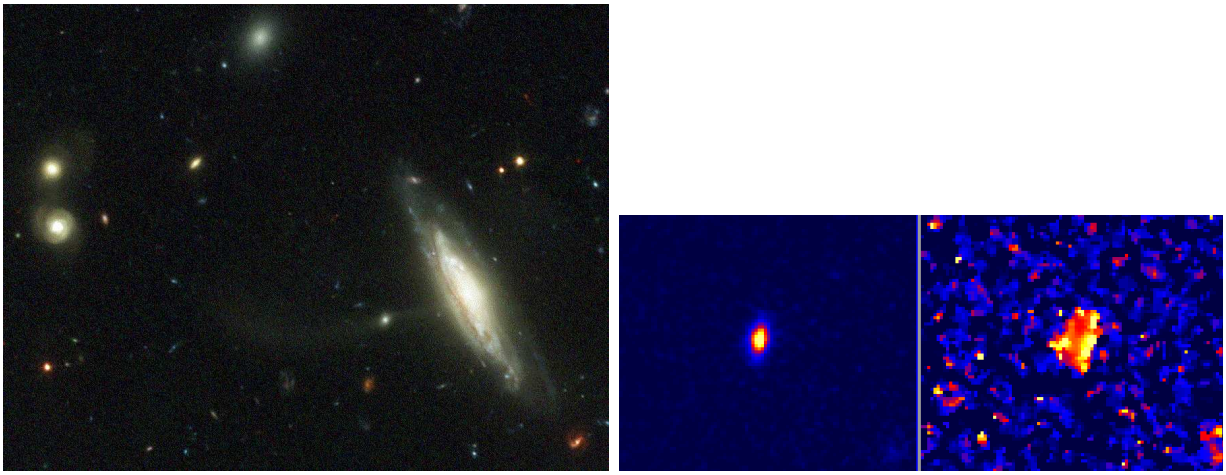

Figura 18: Sinistra: galassie distanti con HST/ACF. Destra: Immagine WFPC2/I814 e mappa di colore di un ERO con morfologia early-type

3.6 Natura ed evoluzione delle sorgenti extragalattiche a 15 μm rivelate dal satellite ISO

Ricercatori coinvolti: (OaPd) C. Gruppioni; (altri Enti) G. Zamorani, F. Pozzi, P. Ciliegi, C. Lari, F. La Franca, I. Matute, A. Franceschini, M. Rowan-Robinson, S. Oliver
Finanziamenti e Durata: European Network POE (PI: M. Rowan-Robinson); 1 Oct. 2000-30 Sept 2004; ASI (PI: Spinoglio), scadenza: Ottobre 2003

Tematica: Questo progetto si colloca nell'ambito dello studio della natura e dell'evoluzione delle galassie osservate nella banda infrarossa dal satellite ISO. Il progetto di basa su una survey che copre una vasta area di cielo (European Large Area ISO Survey: ELAIS): 12 gradi quadrati, alle frequenze di 15 e 90 μm e sul suo follow-up nelle diverse bande spettrali (dall'ottico al radio).

Obiettivi: Dalla survey ELAIS a 15 μm è stato selezionato un vasto campione di oggetti extragalattici, con elevata significatività statistica, di cui abbiamo studiato la natura e l'evoluzione mediante osservazioni spettroscopiche (che ci hanno permesso di classificare gli oggetti e determinarne la distanza) ed analisi statistiche quali i conteggi di sorgenti e lo studio della funzione di luminosità.

Risultati nel 2002: Dall'analisi spettrale risulta che la maggior parte degli oggetti osservati a 15 μm è costituita da galassie con elevato tasso di formazione stellare (galassie *starburst*) a redshift intermedio ($z_{\rm medio} \sim 0.2$), oltre che da AGN a redshift medio-alto ($z_{\rm medio} \sim 1.5$). Sia i conteggi (Fig 19) sia la funzione di luminosità sembrano richiedere una forte evoluzione in luminosità e/o densità, in particolare per la popolazione di galassie *starburst*.

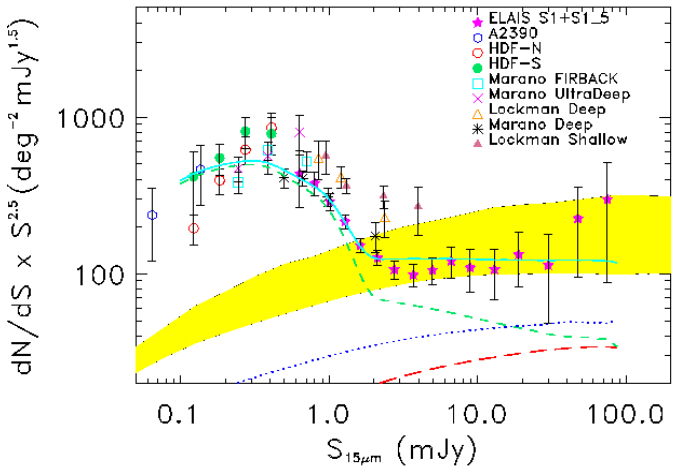

Figura 19: Conteggi differenziali a 15 μm, normalizzati ad una distribuzione Euclidea. I diversi simboli per i dati delle *Deep/Ultra-Deep ISOCAM Surveys* e per i dati di ELAIS sono spiegati in figura. La banda gialla rappresenta il range di predizioni dei modelli non evolutivi. Le curve rappresentano i modelli che riproducono i conteggi: la linea blu corrisponde ai conteggi aspettati per una popolazione di galassie a spirale non evolventi. La linea verde tratteggiata indica il contributo aspettato da parte di una popolazione di galassie *starburst* soggette a forte evoluzione, mentre la linea rossa a lungo tratteggio è il contributo degli AGN di tipo 1. La linea azzurra a tratto continuo rappresenta i conteggi totali aspettati.

3.7 Evoluzione cosmologica delle sorgenti ISO-IRAS in NEPR (North Ecliptic Polar Region)

Ricercatori coinvolti: (OaPd) P. Mazzei, D. Bettoni, G. De Zotti; (altri Enti) A. Franceschini, H. Aussel
Borsisti, personale a contratto: A. Della Valle

Tematica: Lo studio del campione di galassie, selezionato nel far-IR da Hacking e Houck (1987) nella regione del Polo Nord Eclittico (NEPR) riveste particolare importanza per studi cosmologici. È infatti il campione completo a $60\,\mu$m più profondo tutt'ora disponibile anche dopo l'avvento di ISO. Comprende 98 galassie con flusso $S(60\,\mu\mathrm{m}) > 50\,$mJy in un'area di 6.25 gradi quadrati. Una nostra recente rianalisi dei flussi IRAS rivela che è completo per $S(60\,\mu\mathrm{m}) > 80\,$mJy; per confronto le surveys ISOPHOT più profonde, FIRBACK a $175\,\mu$m ed ELAIS a $90\,\mu$m, sono entrambe complete oltre 100 mJy. Il campione in esame è inoltre superiore ai precedenti in termini di copertura della distribuzione di energia spettrale (SED) delle galassie che lo costituiscono. Infatti oltre ai flussi a $60\,\mu$m, per molte sono disponibili i flussi a $6100\,\mu$m, per alcune anche a 25 e $12\,\mu$m e per buona parte di esse sono disponibili osservazioni radio VLA. Inoltre il nostro gruppo ha osservato nel mid-IR (ISOCAM, filtro LW3 ed intervallo spettrale 12-18 μm) 94 di queste sorgenti. Nel maggio 2002 è stato effettuato il terzo run di osservazione spettroscopica e di imaging ($2+2$ notti rispettivamente) al TNG e Keck 2 (1 notte) delle controparti ottiche delle sorgenti ISO, probabili controparti di quelle IRAS che, insieme alle osservazioni già effettuate dal nostro gruppo ancora al TNG ma anche al Subaru ed ad Asiago nel 2001 e 2000, ci ha permesso di completare la valutazione dei redshifts per tutte le sorgenti del campione. Per una significativa frazione di esso abbiamo già ottenuto l'imaging in B, R e Ks che intendiamo completare entro il prossimo anno.

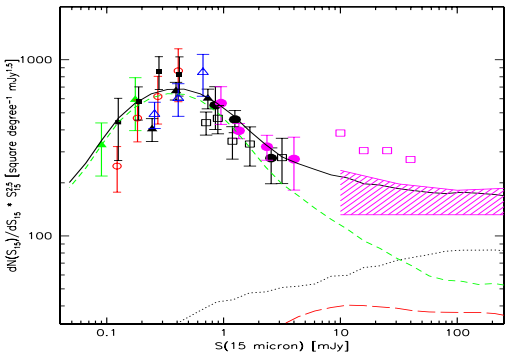

Figura 20: Conteggi a $15\,\mu m$; la zona rosa a tratteggio corrisponde all'intervallo di flussi, collegamento tra le surveys IRAS ed ISO, in cui potremo offrire informazioni vincolanti.

3.8 Polvere e gas in quasars e gli oggetti estremamente rossi (EROS)

Ricercatori coinvolti: (OaPd) P. Andreani; (altri Enti) A. Cimatti, L. Tacconi, S. Cristiani

Tematica: Polvere, gas e altri indicatori di formazione stellare sono stati studiati negli oggetti a basso ed alto redshifts attraverso le osservazioni fotometriche e spettroscopiche del satellite ISO (Quasars, Seyferts e Galassie infrarosse), fotometriche dal suolo con SIMBA (SEST) e il 30m IRAM e spettroscopiche con il 30m di IRAM.

Studio della popolazione degli EROs (Extremely Red Objects) per definirne le proprietà fisiche: ellittiche ad alto redshifts oppure oggetti starbursts? Le osservazioni che abbiamo condotto sembrano suggerire che almeno per gli oggetti con colori R-K tra 5 e 6 esiste una preponderanza di oggetti ellittici le cui caratteristiche si accordano con modelli di evoluzione 'passiva' della popolazione stellare. Mentre gli oggetti più 'estremi' (con R-K maggiore di 6) sono dominati, molto probabilmente, da galassie starbursts cioè con intensa formazione stellare.

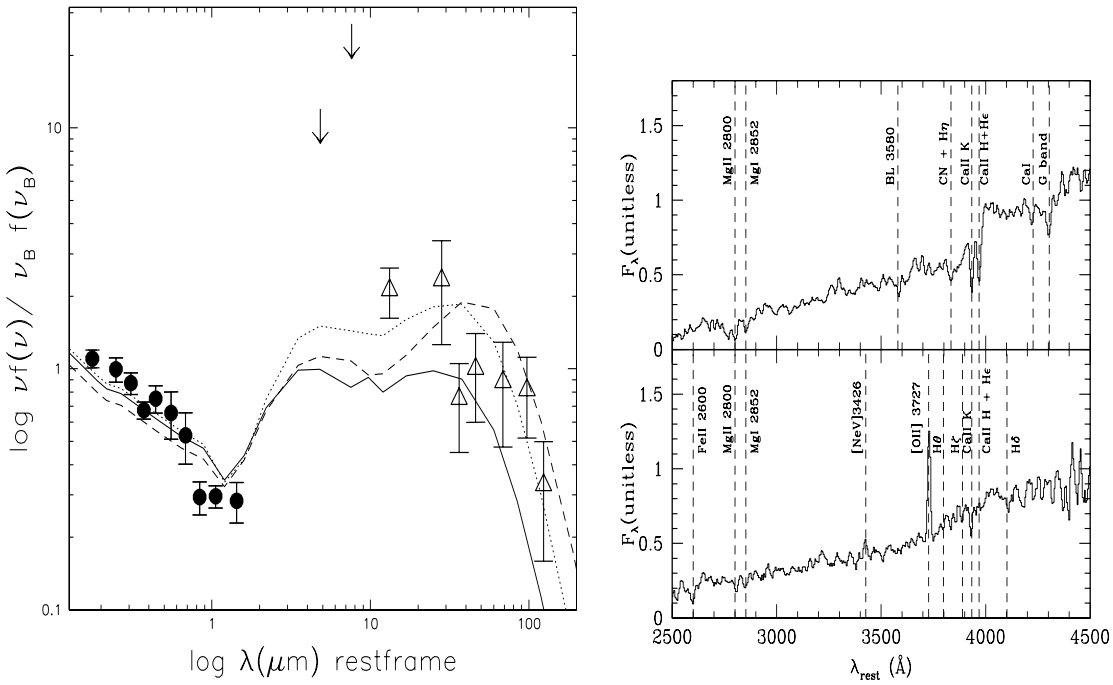

Figura 21: A destra: spettro composito dei quasars ottici con osservazioni ISO far-IR. A sinistra: spettro medio delle due popolazioni di ERO (ellittiche evolute, pannello superiore; oggetti con formazione stellare, pannello inferiore

3.9 Formazione stellare negli starbursts oscurati

Ricercatori coinvolti: (OaPd) A. Bressan, G. L. Granato, C. Pernechele; (altri Enti) S. Berta, M. Clemens, A. Franceschini, J. Fritz, O. Prouton, L. Silva, D. Rigopoulou, D. Mayya, J.R. Valdes

Tematica: La comprensione della storia della materia barionica nell'Universo è complicata dalla difficoltà di convertire la luminosità osservata nelle galassie in tasso di formazione stellare, ai diversi redshifts. A ciò contribuiscono differenti effetti, tra i quali i più importanti sono l'attenuazione di parte o tutta la luce delle stelle giovani da parte del materiale assorbente all'interno della galassia in esame, il contributo alla luminosità dovuto all'accrescimento di materia sul buco nero centrale (AGN) e l'impossibilità di ottenere delle accurate stime della distanza (redshift) per gli oggetti oscurati.

Obiettivi e risultati: Al fine di valutare l'entità di questi effetti ed il loro legame con il tasso di formazione stellare, abbiamo intrapreso uno studio della formazione stellare recente in starburst locali di diversa luminosità.

Utilizzando la tecnica della sintesi di popolazione abbiamo analizzato le distribuzioni di energia spettrali di galassie infrarosse ultraluminose (Fig. 22). Solo in alcuni casi è richiesta la presenza dell'AGN (e.g. la galassia "Superantennae". Le sorgenti compatte analizzate risultano consistenti con una intensa formazione stellare tutt'ora in corso. Analoghe conclusioni valgono per alcune sorgenti infrarosse (e.g. IRAS20100-4156 con L=5×10^{12}L$_\odot$) quasi totalmente oscurate anche nel vicino infrarosso, nella riga Paschenα. I risultati indicano anche che i modelli applicati possono essere utilizzati per una migliore determinazione dei redshifts delle sorgenti oscurate distanti. In galassie infrarosse di luminosità intermedia (simili a M82) l'effetto della polvere è minore ed il tasso di formazione stellare è ben vincolato dalle osservazioni ottiche. Questi starbursts sono in realtà dominati dallo sferoide vecchio.

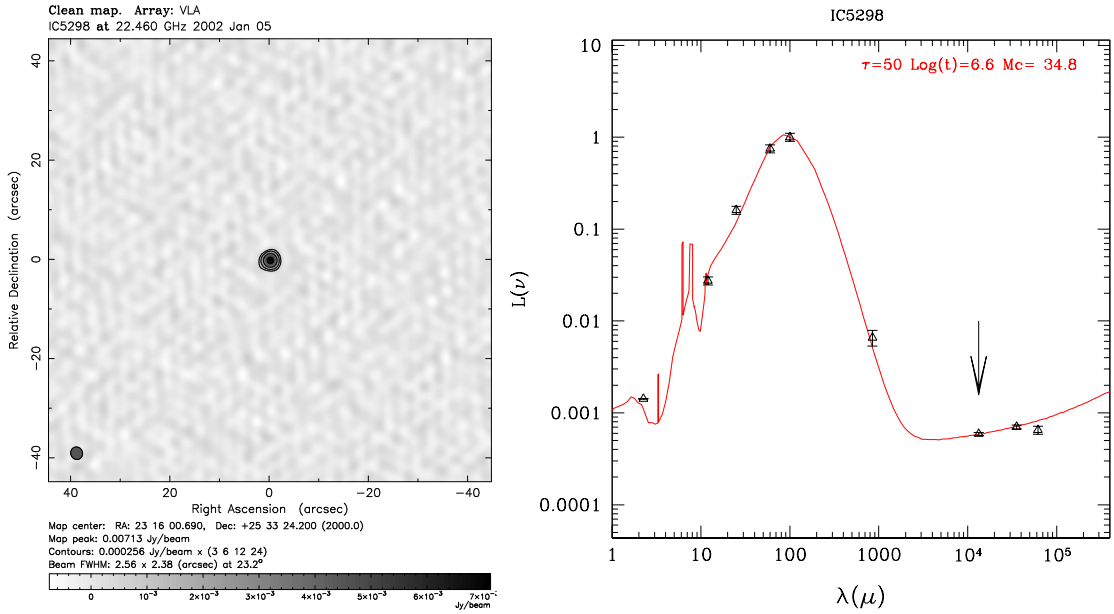
Clean map. Array: VLA
IC5298 at 22.460 GHz 2002 Jan 05
Relative Declination (arcsec)
Right Ascension (arcsec)
Map center: RA: 23 16 00.690, Dec: +25 33 24.200 (2000.0)
Map peak: 0.00713 Jy/beam
Contours: 0.000256 Jy/beam x (3 6 12 24)
Beam FWHM: 2.56 x 2.38 (arcsec) at 23.2°
Jy/beam
IC5298
τ=50 Log(t)=6.6 Mc= 34.8
L(ν)
λ(μ)

Figura 22: Sinistra: mappa radio (22.46GHz) della sorgente infrarossa ultraluminosa e compatta IC5298, ottenuta con il VLA. La galassia è classificata come intermedia tra HII e Seyfert 2. Destra: la nuova osservazione effettuata a 22.46 GHz (freccia) è molto sensibile alla formazione stellare corrente e, combinata ad altre osservazioni esitenti, permette di concludere che la luminosità della galassia è dovuta ad un intenso e giovanissimo ($\simeq$ 4 milioni di anni) episodio di formazione stellare

3.10 Studio delle proprietà del gas molecolare in galassie con peculiarità morfologiche e cinematiche

Ricercatori coinvolti: (OaPd) D. Bettoni; (altri Enti) G. Galletta , S. Garcia-Burillo, A. Rodriguez-Franco
Borsisti, personale a contratto: A. Della Valle

Tematica: Il gas molecolare nelle galassie esterno sta rivelandosi un utile indicatore di fenomeni di interazione con la materia oscura proveniente dall'esterno. Per meglio comprendere l'evoluzione del gas acquisito attraverso processi di infall e di merging, abbiamo osservato al telescopio sub-millimetrico SEST dell'ESO numerose galassie in cui il gas proviene da questi processi. Un primo campione osservato consisteva in 11 sistemi stellari con gas o stelle in rotazione opposta (controrotazione), a cui si sono aggiunti dati da precedenti osservazioni (48 galassie). Oltre ad esse, sono state osservate galassie con gas acquisito classificate in una categoria parallela, quella con anelli polari (46 galassie).

Risultati: Per valutare la presenza di eventuali anomalie, osservazioni simili sono state estratte da un nostro catalogo di circa 1900 galassie normali di tutti i tipi morfologici, composto con dati di letteratura. La nostra analisi non si è limitata al solo gas molecolare, ma è stata estesa anche a quello atomico (HI) e alla polvere, con osservazioni a 21cm e FIR. Dal confronto tra galassie con gas acquisito (controrotazioni e polar ring) e quelle normali è emerso che il contenuto di gas freddo ($M_{\rm gas}/L_B$; vedi Fig 23) nelle galassie con anelli polari è circa un ordine di grandezza più alto di quello che si trova in galassie normali. Contrariamente a quanto ci si poteva aspettare, questo non è vero per i controrotatori, dove il contenuto di gas freddo e polvere è molto simile a quello delle galassie normali, per tutti i tipi morfologici. Sebbene controrotatori e galassie con anelli polari abbiano probabilmente origini simili, si è arrivati alla conclusione che i controrotatori possono derivare da acquisizioni *leggere*, con piccole masse acquisite anche in orbite polari ma poi decadute in breve tempo sul piano della galassia. Invece gli anelli polari potrebbero essere strutture più massicce e per loro natura *autogravitanti*, dunque in equilibrio. Il gas acquisito si trasforma passando da atomico a molecolare, e questo fenomeno può essere amplificato nella regione spaziale dove il gas in controroatazione incontra quello che va in senso opposto. Questo fenomeno, inefficace nei primi tipi morfologici, deve essere maggiore negli ultimi tipi, ricchi di gas nativo. Il nostro lavoro ha dimostrato che il rapporto misurato H_2/HI sembra maggiore nelle galassie con controrotazione rispetto a quelle normali o con anelli polari proprio per sistemi di tipo maggiore di S0 (Fig 23, pannello di destra).

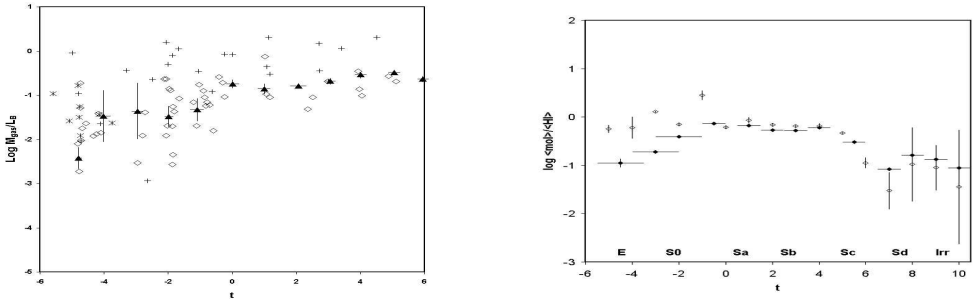

Figura 23: Sinistra: Andamento di Log M_{gas}/L_B rispetto al tipo morfologico t per galassie con controrotazione (rombi aperti), galassie con anelli polari (S0 ed Sp; croci, E; asterischi). I triangoli pieni rappresentano il campione di confronto delle galassie normali. Destra: Rapporto M_{H_2}/M_{HI} rispetto a t.

3.11 Interazione ed evoluzione delle galassie in ambienti a bassa densità

Ricercatori coinvolti: (OaPd) R. Rampazzo, A. Bressan; (altri Enti) M. Longhetti, G. Trinchieri, W. Zeilinger, H. Plana, J. Boulestex e Ph. Amram, J.W. Sulentic

Tematica: Osservazioni e simulazioni convergono nell'evidenziare come l'evoluzione delle galassie sia legata a fenomeni di interazione, da semplici accrescimenti a vere e proprie fusioni tra galassie, avvenuti durante la loro storia. Dai segni morfologici e cinematici e dalla complessa fenomelogia legata all'interazione (e.g. formazione stellare indotta, innesco di attività nucleare, etc.) si tenta di ricostruire il quadro complessivo dell'evoluzione di una galassia e di inferire una possibile *influenza dell'ambiente*. Nel 2002 sono stati sviluppati alcuni filoni di ricerca su campioni di galassie in *ambienti a bassa densità*.

Storia della formazione stellare e proprietà fisiche del gas ionizzato in galassie early-type vicine. Allo scopo di costruire un data-base spectroscopico per lo studio di galassie early-type ad alto redshift è in corso un progetto che si avvale di un data-base di 50 galassie brillanti osservate in modo omogeneo a ESO campionando la famiglia E-S0. L'analisi degli spettri e la modellizzazione viene condotta a diverse distanze galatto-centriche $r_e/8$, $r_e/4$, $r_e/2$ allo scopo di caratterizzare globalmente le popolazioni stellari ed eventuali gradienti legati alla formazione/evoluzione delle galassie. Sono stati ricavati gli indici spettro-fotometrici nel sistema Lick-IDS ed altri indici $H+K$(CaII), $H\delta/Fe$, Δ4000 sensibili all'età della popolazione stellare. Le fasi successive del progetto prevedono la modellizzazione del continuo, la calibrazione di nuovi modelli, lo studio e la modellizzazione dei meccanismi di emissione in funzione della distanza galatto-centrica.

Cinematica 2D del gas ionizzato in galassie early-type con shell e galassie fortemente interagenti. Il lavoro condotto con una nuova camera IPCS con fotocatodo GaAs accoppiata allo scanning Fabry-Perot CIGALE al 3.6m ESO, intende mappare l'evoluzione spettro-fotometrica e dinamica del sistema stelle-gas in galassie che le simulazioni accreditano ad eventi recenti di interazione (interazione debole o merging). Sebbene il numero di oggetti investigati sia al momento piccolo emerge l'indicazione di una correlazione tra età dell'ultimo burst di formazione stellare e stato dinamico del gas: oggetti con gas su orbite stabili hanno burst più vecchi. L'accoppiamento tra la presenza di "code" di gas o di altre strutture dinamicamente instabili (e.g. Fig. 24) e burst recenti di formazione stellare indicano inoltre un'origine esterna del gas. *Tra i futuri sviluppi della collaborazione è in corso la preparazione un proposal per uno strumento di seconda generazione per VLT da utilizzare in modo Tunable filter e Fabry-Perot (***FAST***: **FA***bry-Perot* **S***pectrometer* **T***unable) come upgrade di uno dei due strumenti FORS.*

Studio della componente diffusa X e dell'ambiente di binarie $E+S/E+E$. Il progetto, finanziato dall'ASI, si propone di vagliare l'ipotesi che vede queste coppie come una tappa intermedia nel processo di coalescenza di un gruppo. La componente diffusa X associata alla E, rivelata in alcune coppie con dati ROSAT-PSPC (Trinchieri & Rampazzo, 2001, A&A 374, 454), può essere un indicatore dello stato evolutivo della coppia e del suo ambiente. Lo mappatura profonda 3D di possibili compagni dwarf associati alla coppia è cruciale per inferire non solo lo stato evolutivo della coppia ma i driver dell'evoluzione delle galassie nel campo. Il progetto è nella prima fase di ottenimento di dati fotometrici 2.2m ESO WFI (secondo run in corso) e dati X proposal approvato XMM Cycle 2.

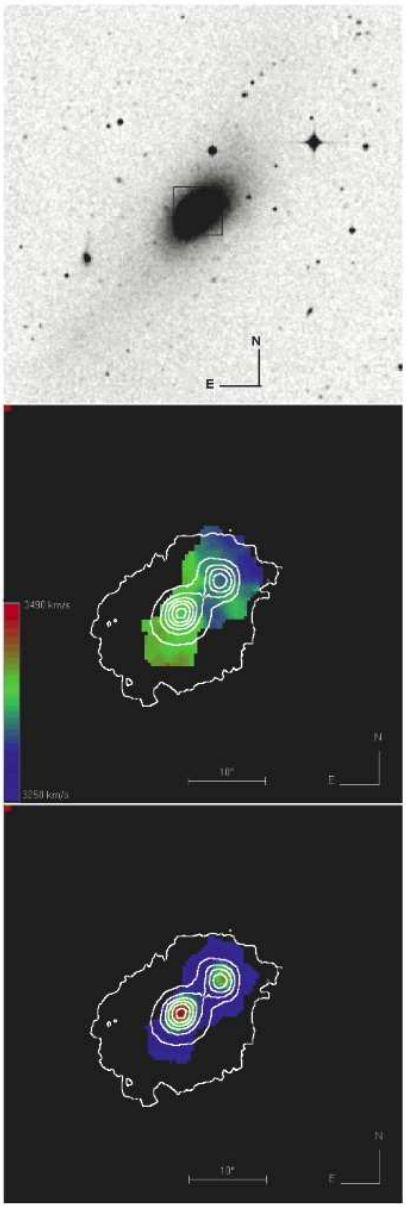

Figura 24: ESO2400100 è una galassia early-type con shell appartenente al catalogo di Malin & Carter (1983) di cui il pannello in alto mostra una immagine tratta da POSS (campo di vista $7' \times 7'$). Nei pannelli centrale ed in basso (corrispondenti al quadrato in alto $52'' \times 52''$) sono mostrate rispettivamente le isofote del continuo sovrapposte al campo di velocità del gas e all'immagine monocromatica in Hα rivelata usando una nuova camera IPCS. Si noti come siano presenti due nuclei, per la prima volta identificati in galassie con shell che si pensa si siano formate attraverso fenomeni di accrescimento/merging. Gas e stelle sono disaccoppiati segno della forte interazione in atto. Il fatto che siano già presenti le shell può indicare che sia l'interazione la causa della loro formazione e non necessariamente un fenomeno di fusione tra galassie, cosa prevista solamente da alcuni modelli. Gli indici spettro-fotometrici indicano che la storia evolutiva dei due nuclei è diversa: uno ha subito un recente burst di formazione stellare probabilmente legata all'interazione in atto.

3.12 I sistemi di ammassi globulari come test della formazione ed evoluzione delle galassie

Ricercatori coinvolti: (OaPd) E. V. Held; (altri Enti) L. Federici, C. Cacciari, Testa
Borsisti, personale a contratto: A. Moretti, L. Rizzi
Finanziamenti: CNAA 2000

Tematiche e obiettivi: Lo studio degli ammassi globulari nell'Universo vicino fornisce importanti informazioni utili a comprendere la formazione ed evoluzione delle galassie. L'origine degli ammassi stellari e il collegamento con la formazione delle galassie a cui appartengono mostra un quadro molto complesso. Come per la nostra Galassia, gli studi di ammassi globulari extragalattici condotti con il telescopio spaziale HST e i grandi telescopi da terra hanno mostrato la presenza di diverse popolazioni di ammassi distinte per contenuto metallico e orbite nel potenziale galattico. Si tratta ora di capire se a queste sotto-popolazioni corrispondano diverse epoche di formazione, il che inevitabilmente conduce a confrontare diversi modelli per la formazione delle galassie e la loro successiva evoluzione. Questo obiettivo è perseguito dal gruppo di Padova-Bologna con un vasto progetto che studia galassie di vari tipi morfologici in diversi ambienti usando le moderne tecniche di fotometria a grande campo e spettroscopia multioggetto.
Risultati: Nel corso del 2002 è stato condotto uno studio degli ammassi stellari che circondano la galassia M 104, nota come "il Sombrero". Questa galassia rappresenta un caso molto importante per le sue caratteristiche intermedie fra quelle delle galassie spirali avanzate (come la Via Lattea e M 31) e le galassie ellittiche. Gli ammassi globulari sono stati identificati e selezionati per mezzo di fotometria multibanda a grande campo, e studiati individualmente con spettroscopia al Very Large Telescope. Questo studio ha condotto alla scoperta di circa 30 nuovi ammassi stellari e alla chiara identificazione di due popolazioni di ammassi con diversa metallicità, dimostrando che la popolazione più ricca di metalli è associata con il "bulge" galattico esattamente come avviene nella nostra Galassia.

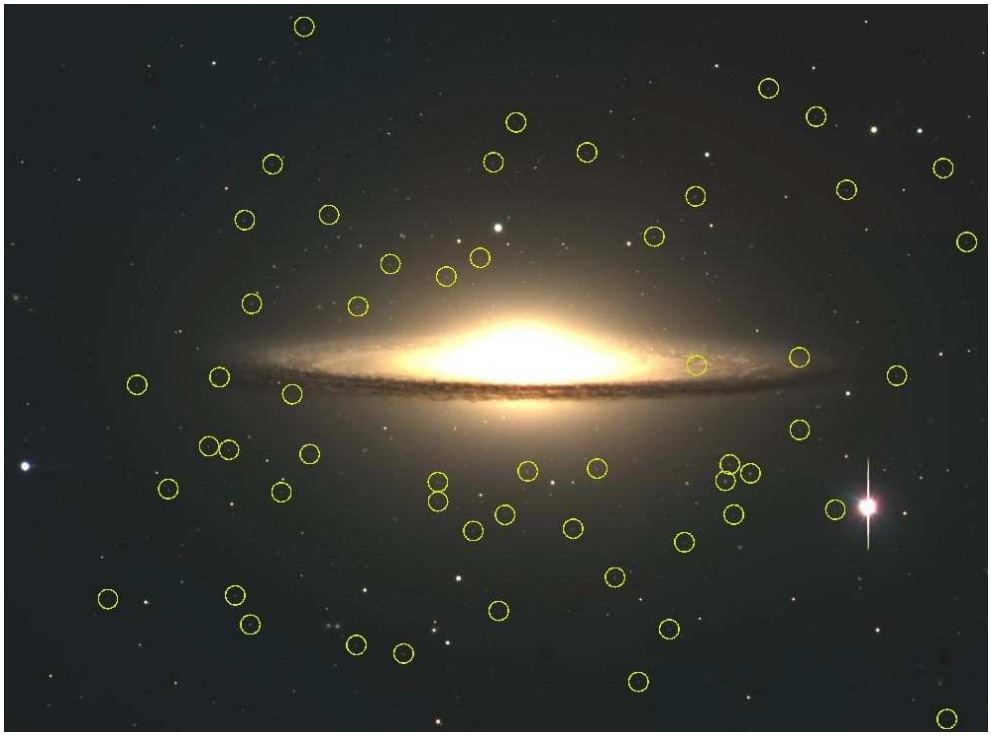

Figura 25: La figura mostra, evidenziati da cerchietti, gli ammassi globulari identificati e studiati attorno alla galassia M 104 ("il Sombrero") mediante spettroscopia multioggetto al Very Large Telescope. Dall'analisi degli spettri è stato possibile stimare la loro età e il contenuto di metalli, che danno importanti indicazioni, sia pur indirette, sui meccanismi di formazione ed evoluzione delle galassie.

3.13 Aspetti dell'evoluzione delle galassie nane

Ricercatori coinvolti: (OaPd) L. Greggio, E.V. Held; (altri Enti) G. Bertelli), I. Saviane), M. Tosi, G. Clementini, L. Baldacci, S. Zaggia
Borsisti, personale a contratto: L. Rizzi, A. Moretti
Finanziamenti: MIUR 2001, 2002

Tematiche e obiettivi: Le galassie nane vicine (nel Gruppo Locale o nelle sue immediate vicinanze) permettono di studiare in maniera diretta, sulla base dei diagrammi colore-magnitudine ottenuti con telescopi da terra o con HST, la loro complessa storia di formazione stellare. Numerosi studi sono in corso per cercare di chiarire la loro origine ed evoluzione, in particolare la loro età e il progressivo arrichimento di metalli. I moderni metodi di ricerca basati sull'uso di diagrammi colore-magnitudine sintetici e spettroscopia delle stelle e del mezzo interstellare permettono di ricostruire con buona approssimazione l'andamento della loro "storia di formazione stellare" a varie età (o, nel linguaggio cosmologico, "redshift").

Il gruppo di ricerca ha in corso un progetto a lungo termine con l'obiettivo di studiare l'evoluzione delle popolazioni stellari (formazione stellare e arricchimento chimico) nelle galassie del Gruppo Locale e nell'Universo vicino per mezzo di osservazioni a grande campo e HST (nelle bande ottiche e del vicino infrarosso) e spettroscopia delle stelle e del mezzo interstellare.

Risultati: Nell'ambito della survey ottica a grande campo delle galassie nane del Gruppo Locale, si è analizzata le popolazioni stellari di alcune galassie satelliti della Via Lattea, e le proprietà delle stelle e del gas nella galassia nana irregolare SagDIG situata ai confini del Gruppo Locale.

In particolare, lo studio di Carina dSph ha prodotto tre importanti risultati. Primo, sulla base di tecniche di simulazione teorica è stato possibile spiegare la particolare morfologia del ramo gigante di Carina nel diagramma colore-magnitudine. Secondo, si è evidenziata in forma quantitativa la diversa storia di formazione stellare in varie regioni della galassia. Infine è stata confermata la presenza di una distribuzione spaziale estesa ("tidal tail") indice di interazione con la nostra Galassia (v. figura). Questo studio si inquadra nel programma nazionale MIUR 2001 "L'origine e successiva evoluzione delle popolazioni stellari nello sferoide galattico" (P.I. R. Gratton).

Si è inoltre condotto uno studio delle stelle variabili nella galassia nana irregolare NGC 6822, che ha portato alla scoperta di numerose variabili RR Lyrae, un importante indicatore della presenza di una popolazione stellare antica.

L. Greggio ha partecipato ad un lavoro di analisi del CMD costruito con dati HST, WFPC2 e NICMOS (PI: M. Tosi, OAB) della galassia nana irregolare NGC 1705, classificata post-starburst dalle proprietà integrate. È stato possibile studiare in grande dettaglio la storia di formazione stellare in questa galassia in 5 regioni concentriche, applicando il metodo dei diagrammi HR sintetici. Tra i vari risultati, citiamo la datazione delle stelle più vecchie in questa galassia ad alcuni Gyr, e la presenza di un burst di formazione stellare particolarmente cospicuo in atto, che viene rivelato anche nelle regioni più esterne. Ha inoltre portato avanti uno studio teorico sulla relazione tra i conteggi di stelle in varie regioni chiave del diagramma HR e il rate di formazione stellare alle epoche relative. Da questo studio risulta che, mentre la determinazione del rate è prona ad incertezze dovute alla difficoltà di misurare la durata degli episodi di formazione stellare, la determinazione della massa totale in stelle è un risultato particolarmente robusto. Come sottoprodotto di questa studio, è stata elaborata una ricetta per calcolare digrammi HR sintetici di popolazioni stellari composite utilizzando i CMD osservati di ammassi globulari, in alternativa ad isocrone teoriche.

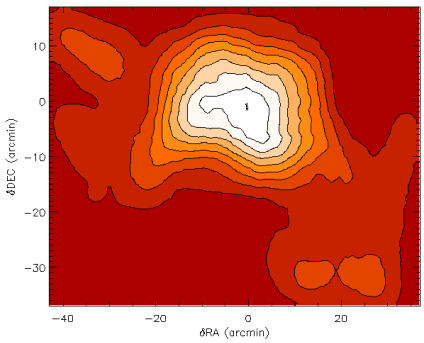

Figura 26: La distribuzione spaziale delle stelle vecchie nella galassia nana sferoidale Carina. Lo studio a grande campo condotto a Padova conferma la presenza di un profilo di densità esteso, che indica una passata interazione con la nostra Galassia.

3.14 Osservabili stellari di interesse cosmologico

Ricercatori coinvolti: (OaPd) R. Gratton, E. Carretta; (altri Enti) A. Bragaglia, G. Clementini, M. Maio, L. Di Fabrizio
Borsisti, personale a contratto: S. Desidera, S. Lucatello
Finanziamenti: MIUR 2000 MM02241491-004 *Osservabili stellari di interesse cosmologico*, PI nazionale: A. Tornambè

Tematica: Le stelle più povere di metalli nella Galassia forniscono evidenze cruciali sulle prime epoche della sua formazione, sulla sua evoluzione chimica, l'ambiente in cui i vari elementi sono stati prodotti, la produzione di elementi nel Big Bang, la relazione tra stelle di alone e ammassi globulari etc. Nell'esplorare questi argomenti, Carretta, Gratton e Lucatello hanno partecipato a un programma pilota ultimato di recente al Keck con lo spettrografo HIRES, che aveva lo scopo di dimostrare l'alta efficienza di selezione di stelle candidate EMS nella Hamburg/ESO Survey, prendendo in considerazione solo stelle con [Fe/H] ≤ -3 dex, ovvero 1/1000 della metallicità solare. I risultati principali (ottenuti in collaborazione con Cohen, Beers, Christlieb) si possono sintetizzare come segue: (i) raddoppiato il campione di stelle con [Fe/H]< -3 con analisi d'abbondanza di alta precisione; (ii) verifica della procedura di messa a punto dei parametri atmosferici; (iii) abbondanze dettagliate di Mg, Si, Ca, Ti, Al, Sc, Cr, Mn, Sr, Ba; (iv) la dispersione in molti elementi è sorprendentemente piccola, il che fornisce vincoli piuttosti stringenti ai modelli per le prime fasi di evoluzione galattica, il numero di SN che arricchiscono il mezzo e le dimensioni tipiche dei frammenti protogalattici che hanno originato queste stelle.

B) La scala extragalattica di distanze: ammassi globulari

Gratton e Carretta hanno proseguito il lavoro sui dati acquisiti a VLT+UVES nell'ambito del Large Program ESO (165.L-0263, PI Gratton), ora completato (con un totale di 30 notti concesse al telescopio ESO UT2-Kueyen al Paranal). L'uso di un telescopio da 8 m, unito ad uno spettrografo efficiente ad alta risoluzione è fondamentale per derivare le distanze degli ammassi globulari usando il metodo del Main Sequence Fitting (MSF). Infatti, gli aspetti più critici sono relativi alle incertezze nelle determinazioni relative di metallicità e arrossamento nelle stelle di campo e di ammasso. Le barre di errore possono essere considerevolmente ridotte usando stelle di ammasso che siano intrinsecamente molto simili alle stelle vicine con buona parallasse. Dato che la sensibilità del MSF a metallicità e arrossamento ($0.4 < d(m-M)_V/d$[Fe/H] < 1 e $d(m-M)_V/d\,E(B-V) \sim 5$) fa si' che entrambi i fattori contribuiscano con 0.07 mag all'attuale errore totale di ~ 0.12 mag, per ridurre questi contributi a un quarto (l'errore totale del MSF calerebbe a ± 0.07 mag, nuovamente dominata da incertezze nelle parallassi) le differenze tra le scale di metallicità e arrossamento per stelle di MS di campo e di ammasso deve essere ridotta a < 0.04 dex e < 0.005 mag, rispettivamente. Questo obbiettivo è stato raggiunto con l'analisi in modo consistente delle nane al turn-off di 3 ammassi globulari (47 Tuc, NGC 6752, NGC 6397) e di un buon numero di subnane di campo di parallasse nota. L'età assoluta degli ammassi globulari, che fissano un forte vincolo all'età dell'intero Universo e ai modelli cosmologici quindi che lo descrivono, si può ora derivare con un'incertezza interna di 1 Gyr.

C) La scala extragalattica di distanze: RR Lyrae nella barra della Grande Nube di Magellano

Parallelamente è stato avviato un grosso programma che si è proposto lo studio fotometrico e spettroscopico di più di 120 RR Lyrae e più di 8000 stelle di clump nella barra della Grande Nube di Magellano, allo scopo di derivare (i) una stima molto precisa della magnitudine media apparente delle variabili (ii) una stima accurata della magnitudine I delle stelle di clump (usate come candele standard di distanza) e (iii) una stima indipendente dell'arrossamento dalle proprietà di pulsazione delle RR Lyrae. Tutte queste quantità hanno un impatto diretto sulla distanza di LMC e sulla controversa diatriba tra scala *lunga* e *corta* delle distanze.

L'obiettivo proposto è stato pienamente raggiunto usando osservazioni fotometriche (curve di luce V e B, colori e magnitudini medie) e spettroscopiche (spettroscopia a bassa risoluzione acquisita al 3.6m ESO e al VLT-UT4+FORS2), dalle quali sono state derivate le metallicità che, insieme alle magnitudini apparenti de-arrossate V_0, hanno permesso di ottenere la pendenza (a lungo controversa) della relazione luminosità-metallicità per le RR Lyrae, come mostrato nella figura allegata. Il vantaggio è quello di poter disporre di un gran numero di variabili che coprono un grande intervallo in metallicità e possono essere considerate tutte alla stessa di stanza da noi.

Usando questa nuova e precisa calibrazione, insieme alla stima della magnitudine assoluta M_V(RR) da RR Lyrae di campo galattiche o dalla scala di distanze degli ammassi globulari del MSF si ottiene quindi un valore per il modulo di distanza di LMC che entro 1σ rientra nelle stime comunemente derivate, sia da indicatori di Popolazione I che di Popolazione II, riconciliando finalmente le due cosiddette scale *lunga* e *corta* a LMC, "pilone" chiave di tutta la scala extragalattica di distanze.

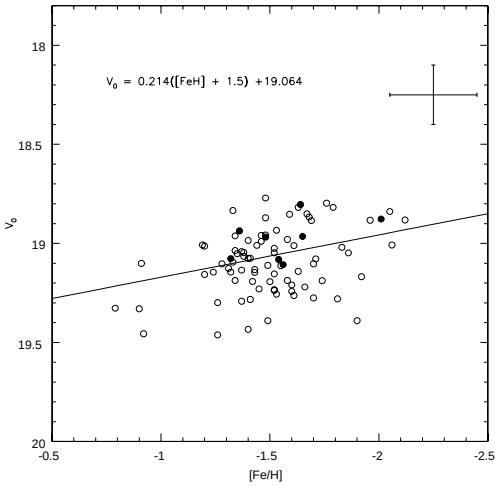

Figura 27: Relazione luminosità-metallicità definita dalle RR Lyrae osservate nella barra della Grande Nube di Magellano. I punti pieni rappresentano i doppi pulsatori RRd

3.15 Simulazioni dello strumento PACS sul satellite HERSCHEL

Ricercatori coinvolti: (OaPd) P. Andreani; (altri Enti) O. Bauer, D. Lutz
Finanziamenti: ASI

Tematica: Il progetto spaziale ESA-HERSCHEL/FIRST (Far-IR Submillimetre Telescope), è un Satellite infrarosso operante tra 60 e 670 μm di lunghezza d'onda che verrà messo in orbita intorno al punto lagrangiano L2 nel 2007. Uno dei tre strumenti al piano focale è PACS (Photo-conductor Array Camera and Spectrometer), una camera photo-spettrometrica che consentirà di ottenere immagini e fotometria in campi di $2'$x$4'$ tra 60 e 300μm e spettri in campi di $50''$x$50''$ tra 60 e 210μm.

L'Osservatorio di Padova partecipa all'ICC (*Instrument Control Center*) di PACS, che ha la responsabilità nella costituzione e nella gestione dello strumento durante l'assemblaggio, i tests, la calibrazione e la messa in opera.
Tra i compiti dell'ICC c'è la messa a punto di un software specifico per le simulazioni di ogni singola componente dello strumento e delle osservazioni con esso. Come co-I dello strumento PACS e membro dell'ICC sono responsabile del suddetto progetto.

Obiettivi: Il progetto si propone di definire la miglior strategia osservativa per condurre osservazioni con lo strumento PACS dalle surveys extragalattiche e galattiche di diversi tipi alle osservazioni fotometriche e spettroscopiche di oggetti singoli.
Lo scopo principale è fornire strumenti software per preparare accuratamente le osservazioni, definendo al meglio una strategia osservativa e stimare l'affidabilità dei risultati.

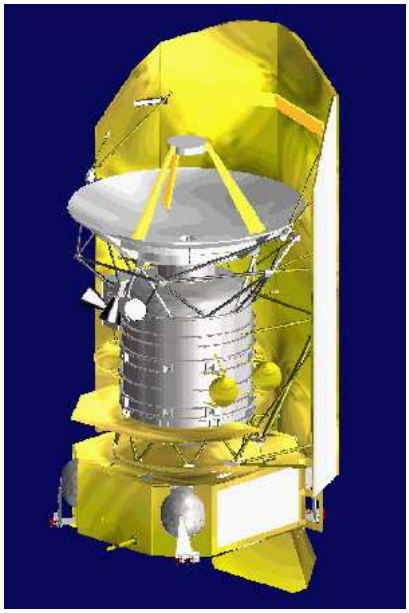

Figura 28: Il telescopio Herschel.

3.16 EDISCS: the ESO Distant Cluster Survey

Ricercatori coinvolti: (OaPd) B. M. Poggianti; (altri Enti) A. Aragon-Salamanca, R. Bender, P. Best, M. Bremer, S. Charlot, D. Clowe, J. Dalcanton, M. Dantel, G. De Lucia, V. Desai, B. Fort, P. Jablonka, G. Kauffmann, Y. Mellier, B. Milvang-Jensen, R. Pello, S. Poirier, H. Rottgering, G. Rudnick, R. Saglia, P. Schneider, L. Simard, D. Zaritsky
Borsisti, personale a contratto: C. Halliday
Finanziamenti: Per l'Italia, EDISCS è stato finanziato dal Progetto Giovani del Consiglio Nazionale delle Ricerche con una borsa di 20 milioni di lire nel 2001.

Questo progetto internazionale è iniziato nel 2000 ed è stato approvato come **Large Project dall'ESO** con 36 notti di fotometria e spettroscopia con lo spettrofotometro FORS2 al Very Large Telescope e 20 notti con l'imager SOFI al New Technology Telescope nel periodo 2000-2003. Il progetto ha inoltre ricevuto l'assegnazione di 80 orbite con l'Advanced Camera for Surveys sull'Hubble Space Telescope (marzo-giugno 2003).

Tematica: Un obiettivo chiave dell'astrofisica moderna è capire come le galassie si formano ed evolvono e quali fattori, intrinseci e ambientali, influenzano questa evoluzione. Gli ammassi di galassie sono ambienti ideali per investigare queste problematiche. Negli ultimi venti anni sono stati fatti progressi enormi nella comprensione dell'evoluzione galattica in ammassi da $z = 0.5$ ad oggi, ma solo negli ultimi anni è diventato possibile spingersi a redshift e epoche ancora più distanti, con l'utilizzo di telescopi da 8 metri e la nuova Advanced Camera sull'HST.

Obiettivi: L'obiettivo di questa ricerca è di studiare le caratteristiche (attività di formazione stellare, tipi morfologici, masse e luminosità) delle galassie in ammassi ad alto redshift (10 ammassi a $z = 0.8$ e altri 10 a $z = 0.5$).

Risultati nel 2002: è stata completata la riduzione di tutti i dati fotometrici, e si sono avute le prime 8 notti di spettroscopia VLT. I dati spettroscopici, ridotti a Padova da Claire Halliday, si riferiscono ai primi quattro ammassi ad alto redshift del campione EDISCS. Dagli spettri si sono misurati i redshifts e sono state calcolate le dispersioni di velocità degli ammassi, confermando le stime di massa e ricchezza basate precedentemente sul weak lensing e i redshift fotometrici. In questa fase si stanno analizzando gli spettri misurando righe in emissione e assorbimento, dispersioni di velocità galattiche e curve di rotazione dalle righe in emissione.

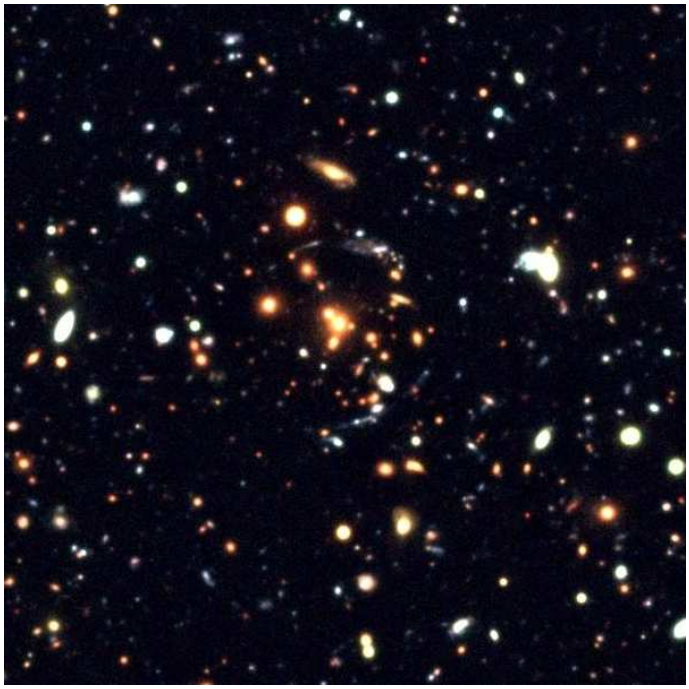

Figura 29: Zoom nella parte centrale dell'immagine composita dell'ammasso cl1216 − 1201 a $z = 0.8$ ottenuta combinando immagini profonde in vari filtri. L'immagine è 2 arcsec di lato, corrispondenti a circa 1 Mpc, mentre l'immagine totale copre 3 Mpc di lato. Questa immagine e gli spettri della figura successiva sono stati presi con lo strumento FORS2 montato al Very Large Telescope a Paranal, Chile. È evidente la presenza di archi gravitazionali dovuti all'influenza della massa dell'ammasso stesso sulla luce proveniente da sorgenti di background.

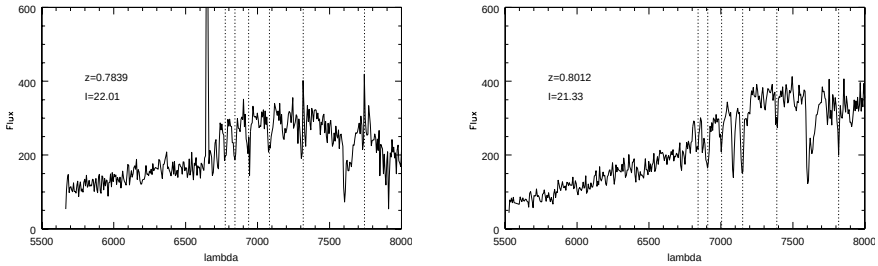

Figura 30: Spettri di due galassie membri di un ammasso a $z = 0.8$. A sinistra un esempio di una galassia starburst con una forte riga in emissione dell'ossigeno a 3727 Å rest frame ($\lambda = 6649$ Å osservata). A destra un esempio dello spettro di una galassia priva di formazione stellare in atto. In entrambi casi le righe della serie di Balmer dell'idrogeno sono identificate con le righe verticali. Il redshift e la magnitudine I di ciascuna galassia sono riportati nelle figure.

3.17 WINGS: Una survey fotometrica, morfologica e spettroscopica di galassie in ammassi vicini

Ricercatori coinvolti: (OaPd) G. Fasano, B. Poggianti, D. Bettoni; (altri Enti) J. Varela, M. Moles, P. Kjærgaard, W. Couch, A. Dressler
Borsisti, personale a contratto: E. Pignatelli, C. Marmo
Finanziamenti e durata: 36000 euro in 2 anni da MIUR + OAPD

Tematica: Tra i risultati di maggior interesse dovuti alla straordinaria capacità risolutiva del telescopio Hubble si annovera la scoperta che negli ammassi a z ∼0.4-0.5 ci sono molte più galassie a spirale e molte meno lenticolari (S0) che non in quelli a basso redshift. Inoltre, le osservazioni spettroscopiche ottenute con grandi telescopi terrestri evidenziano uno stretto legame tra l'evoluzione morfologica delle galassie d'ammasso e quella delle loro popolazioni stellari, suggerendo che le galassie star-forming e post-starburst siano spirali di campo recentemente acquisite dall'ammasso e destinate a perdere rapidamente il loro contenuto di gas trasformandosi in galassie lenticolari. Questi studi risultano tuttavia fortemente limitati dalla mancanza di un campione statisticamente significativo di galassie in ammassi a basso redshift per cui esistano dati fotometrici e spettroscopici omogenei e di qualità adeguata alle moderne tecnologie (CCD).

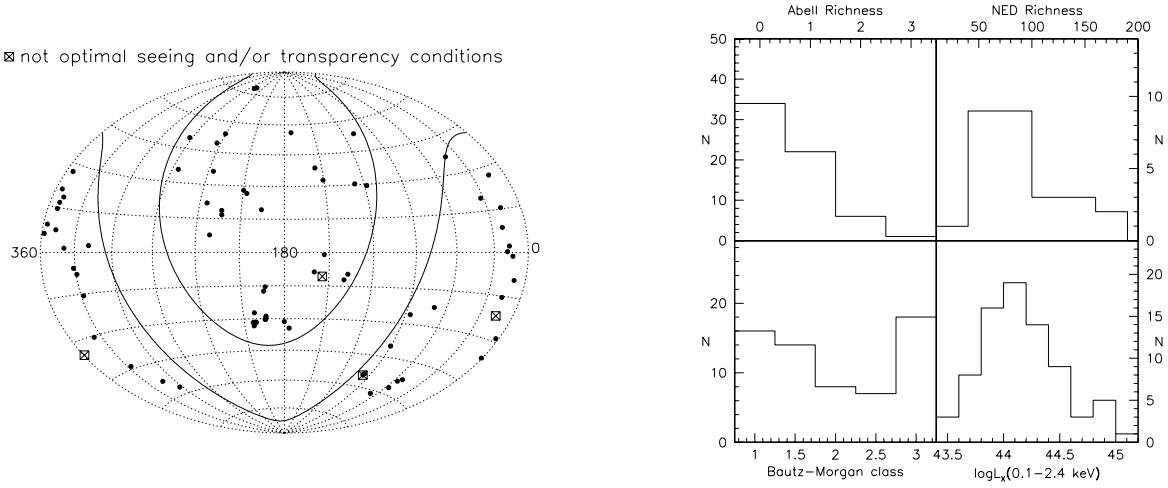

Figura 31: Sinistra: mappa di Aitoff del campione di ammassi. Destra: proprietà degli ammassi WINGS.

Obiettivi: Sfruttando le camere CCD a grande campo INT-WFI ed ESO2.2-MPG e gli spettrografi multi-fibra WHT-WYFFOS ed AAT-2dF, la survey WINGS si propone di ottenere, nelle bande B e V, la fotometria integrata di $\sim 2\times10^5$ galassie in un campione completo di 79 ammassi nell'intervallo di redshift 0.04-0.07, con flusso (0.1-2.4 keV) $F_X \geq 5\times10^{-12}$erg cm^{-2}s^{-1} e con una ampia gamma di proprietà (Fig. 31). Inoltre, per un sottocampione di $\sim 3.5\times10^4$ galassie più grandi e brillanti, la survey fornirà la fotometria superficiale, la morfologia, il redshift ed i principali indicatori di popolazione stellare. Questa grande collezione di dati sarà utilizzata per caratterizzare con grande robustezza statistica le proprietà fotometriche, morfologiche e spettroscopiche delle galassie in funzione della loro posizione nell'ammasso (distanza dal centro, densità locale) e del tipo di ammasso, nonchè per lo studio della morfologia e della cinematica degli ammassi stessi.

Stato del progetto: La survey fotometrica è stata completata in 7 turni di osservazione, per un totale di 18 notti e la gran parte delle immagini (>90%) risultano ottenute in buone condizioni di seeing (≤1.2") e di trasparenza. Per 50 dei 79 ammassi è già stata fatta la riduzione, l'astrometrizzazione, la rimappatura e la calibrazione fotometrica delle immagini a grande campo nelle due bande (Fig. 32). Per 26 ammassi sono stati ottenuti cataloghi profondi (V≤22) di stelle e galassie (vedi istogramma chiaro e crocette in Fig. 4); per 19 ammassi sono stati ottenuti cataloghi di fotometria superficiale delle galassie più grandi (>200 pixels; vedi istogramma scuro e pallini pieni in Fig. 33) con il programma semi-automatico GASPHOT. La survey spettroscopica è in corso, con 5 notti già utilizzate ed altrettante assegnate finora. È stata iniziata l'analisi statistica della distribuzione dei tipi morfologici in funzione della distanza dal centro (Fig. 33).

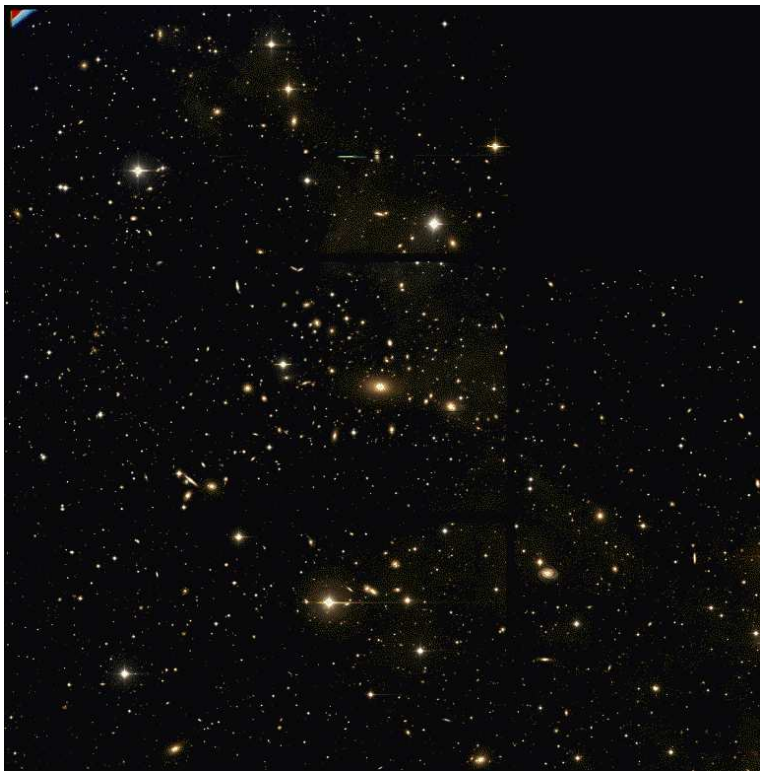

Figura 32: Mosaico INT dell'ammasso Abell 2457.

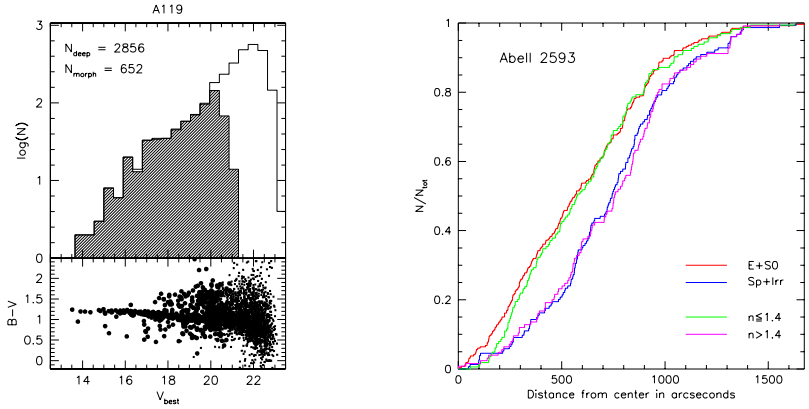

Figura 33: Sinistra: distribuzione delle magnitudini nel catalogo profondo ed in quello morfologico (sopra) e diagramma colore-magnitudine (sotto) per l'ammasso Abell 119. Destra: Conteggi cumulati e normalizzati in funzione della distanza dal centro nell'ammasso Abell 2593. Le galassie sono divise in early-type e late-type, sia con classificazione ad occhio sulle immagini, sia usando l'indice di Sersic n ottenuto dal fit dei profili di luminosità convoluti con la PSF.

3.18 Studi di ammassi di galassie

Ricercatori coinvolti: (OaPd) D. Bettoni, G. Fasano, B. M. Poggianti; (altri Enti) M. D'Onofrio, M. Moles, P. Kjaergaard, P.-A. Duc, D. Fadda, D. Elbaz
Borsisti, personale a contratto: C. Halliday

Il Piano Fondamentale di ellittiche in ammasso. D. Bettoni e G. Fasano hanno iniziato lo studio del Piano Fondamentale in ammassi di galassie con $z = 0.05$–0.25, utilizzando dati ottenuti con i Telescopi NOT e 1.5 ESO/Danish. I primi risultati ottenuti per 3 ammassi A1878 ($z = 0.254$), A2111 ($z = 0.229$) e A2151 ($z = 0.037$) hanno mostrato che la relazione di Kormendy per le galassie osservate in questi tre ammassi è ben riprodotta da una retta con la stessa pendenza (2.5). Nell'ambito di questo progetto sono stati da poco pubblicati i dati fotometrici e spettroscopici completi per un campione di ~ 350 galassie in ammassi vicini ($z < 0.08$).

Studi nel medio-infrarosso della formazione stellare in ammassi lontani. Osservazioni nel medio-infrarosso (15 μm) sono superiori ad osservazioni nella banda ottica per stimare il tasso di formazione stellare in una galassia con molta polvere interstellare. Utilizzando i dati a 15 μm forniti da ISOCAM si sono scoperte sei sorgenti molto luminose nell'infrarosso che corrispondono a galassie membri di un ammasso a $z = 0.55$. Questo risultato inaspettato suggerisce che uno starburst venga indotto in un alto numero di galassie che entrano a far parte degli ammassi a epoche lontane.

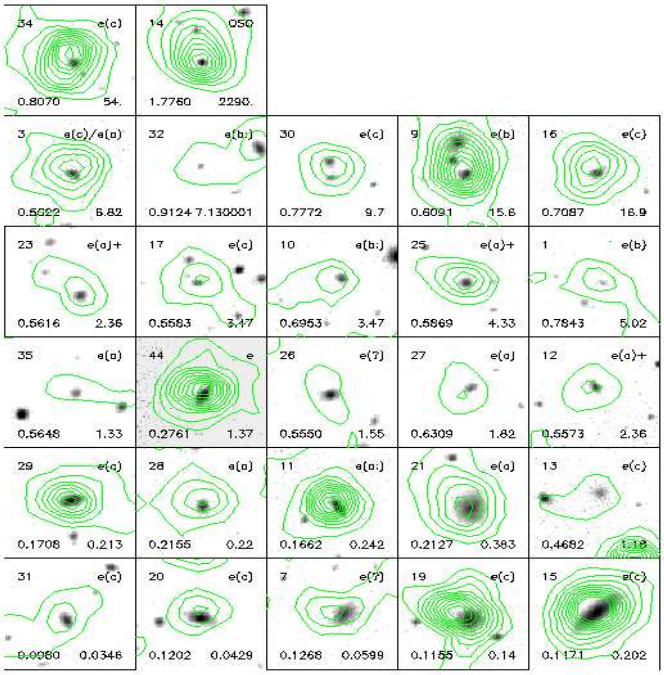

Figura 34: Contorni a 15 μm sovrapposti all'immagine in banda K di tutte le sorgenti ISOCAM rivelate nel campo dell'ammasso di galassie J1888 ($z = 0.56$). I membri dell'ammasso sono i numeri 2, 23, 17, 35, 26 e 12 (in alto a sinistra in ogni pannello). Il redshift e la luminosità infrarossa in unità di 10^{11} luminosità solari sono riportati in ciascun pannello rispettivamente a sinistra in basso e a destra in basso.

3.19 Proprietà ed evoluzione cosmica delle galassie attive

Ricercatori coinvolti: (OaPd) R. Falomo; (altri Enti) A. Treves, J. Kotilainen, R. Scarpa

Tematica: La notevole evoluzione cosmica osservata nei nuclei galattici attivi, e la scoperta di buchi neri di grande massa nei nuclei di galassie non attive, portano a sviluppare un unico scenario per la formazione ed evoluzione delle galassie e dell'attività che si sviluppa nei loro nuclei. A tale scopo è di fondamentale importanza conoscere le proprietà globali (morfologia, fotometria e struttura) che caratterizzano le galassie attive. Queste proprietà, a causa delle notevoli limitazioni osservative, sono note con sufficiente accuratezza solamente per oggetti a basso redshift ($0 < z < 1$).

In uno scenario congiunto di evoluzione delle galassie e dei loro nuclei è invece di grande rilevanza poter determinare l'evoluzione delle proprietà delle galassie attive in epoche che corrispondono al picco di formazione della attività nucleare. Questo significa investigare oggetti che si trovano a redshift tra 1 e 3.

A questo scopo abbiamo intrapreso un programma di osservazioni di quasar ad alto redshift utilizzando immagini infrarosse di alta risoluzione spaziale ottenute al VLT in eccellenti condizioni di seeing.

Nella prima parte di questo programma (oggetti con $z < 2$) abbiamo ottenuto immagini per 17 quasar con diverse caratteristiche di luminosità ottica e radio. La qualità dei dati (Fig. 35) e l'omogeneità del campione consentono di valutare per la prima volta in modo affidabile l'andamento delle proprietà globali di quasar *radio loud* e *radio quiet* tra $z = 1$ e $z = 2$. L'analisi di questi dati mostra che entrambi i tipi di quasar si trovano in galassie di grande massa (luminosità ~ 2–$5L_*$) che seguono una evoluzione passiva. Le galassie dei quasar *radio loud* sono sistematicamente più luminose di quelle dei *radio quiet* e la differenza non dipende dall'epoca cosmica. Non vi sono evidenze di una sensibile diminuzione di massa delle galassie (almeno fino $z \sim 2$) come previsto dai modelli di formazione gerarchica delle strutture galattiche.

Per la seconda parte del programma (oggetti con $2 < z < 3$) abbiamo ottenuto le prime osservazioni con VLT e ottica adattiva. L'analisi di questi dati è ora in corso.

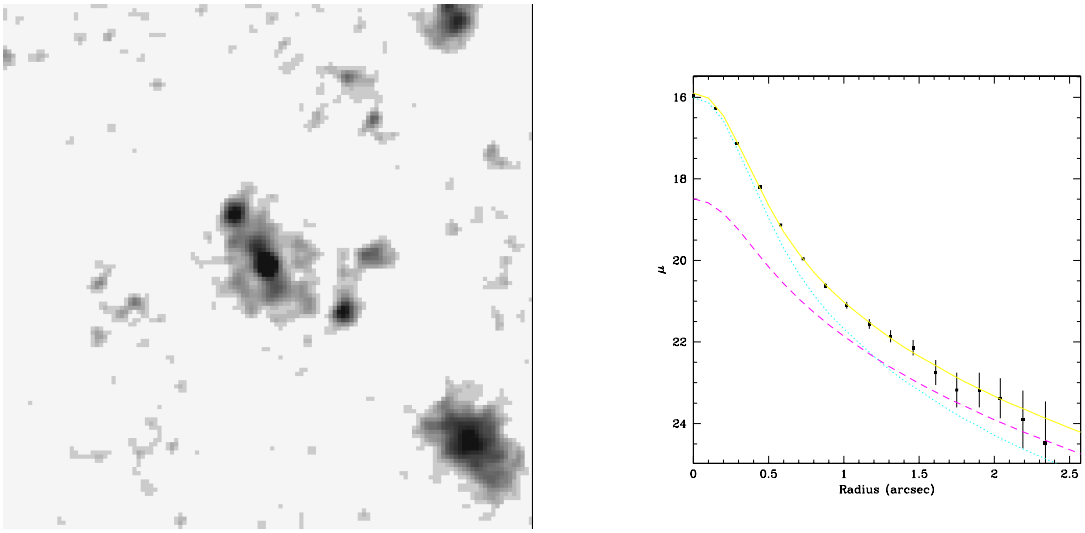

Figura 35: Sinistra: Immagine del quasar PKS 0348–120 a z = 1.520 ottenuta con VLT e 0.4″ di *seeing*. Il nucleo è circondato da una estesa nebulosità e mostra un compagno compatto a soli 0.7″. La galassia compagna a NE è a circa 2.2″ dal quasar. Destra: Profilo radiale del quasar e fit con nucleo più galassia.

3.20 Relazioni fondamentali per nuclei galattici attivi (oscurati nell'X e non)

Ricercatori coinvolti: (OaPd) P. Marziani, M. Calvani; (altri Enti) J.W. Sulentic, D. Dultzin-Hacyan
Borsisti, personale a contratto: R. K. Zamanov, V. Braito, C. Bongardo
Finanziamenti: MIUR 2001–2002

Tematica: Numerosi aspetti fondamentali legati alla natura dei quasar sono problemi aperti. Tra di essi vi sono la varietà delle proprietà spettrali ottiche ed UV e la struttura della regione di emissione delle righe larghe, la *Broad Line Region*. Abbiamo cercato di analizzare l'influenza dei parametri fisici caratteristici di ogni sistema con accrescimento di materia su un oggetto compatto (nel caso dei quasar, la massa del buco nero supermassiccio, il rapporto di Eddington, lo spin, e l'angolo formato tra la visuale e l' asse del disco di accrescimento) sulle proprietà delle righe di emissione e del continuo. Ciò anche al fine di poter spiegare la natura di alcune classi di nuclei attivi, come i Broad Absorption Line (BAL) QSO e i cosidetti nuclei "Narrow Line Seyfert 1", che risultano essere particolarmente enigmatiche.

Obiettivi: l'obiettivo finale è risalire ai parametri fisici direttamente dallo spettro ottico ed UV osservato, ed è ancora da raggiungere. Nel corso del 2002 abbiamo però conseguito alcuni risultati interessanti. Tra di essi vi è stata la conferma che la struttura della regione di emissione delle righe larghe sembra essere dipendente da un valore critico del rapporto di Eddington. La variabile fondamentale all'origine di molti *trend* sistematici osservati nelle proprietà ottiche ed UV dei nuclei attivi di basso redshift sembra essere proprio il rapporto di Eddington, con orientazione e massa che agiscono come sorgenti di dispersione (si veda la Fig. 36). Nel caso di alto rapporto di Eddington, abbiamo osservato indicazioni di moti radiali nei profili delle righe di alta ionizzazione (probabilmente associati ad un vento originantesi nel disco di accrescimento). Sia i BAL QSO che i nuclei "Narrow Line Seyfert 1" sembrano irradiare ad un elevato rapporto di Eddington.

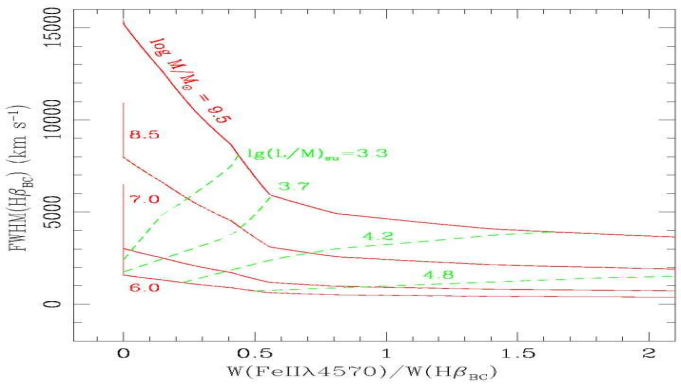

Figura 36: Larghezza a metà massimo della componente larga di Hβ (in km s^{-1}) in funzione del rapporto tra la larghezza equivalente del blend del FeII a λ 4570 Å e della componente larga di Hβ. La griglia rappresenta la previsione per la posizione dei nuclei attivi in funzione del rapporto luminosità su massa (proporzionale al rapporto di Eddington) e della massa del buco nero. I quasar di basso redshift si dispongono in una sequenza "a gomito" che indica masse $\sim 10^8$ M$_\odot$, ed un ampio range del rapporto di Eddington (0.01 – 1)

3.21 Origine del Materiale di Accrescimento dei Nuclei Galattici Attivi

Ricercatori coinvolti: (OaPd) P. Marziani; (altri Enti) D. Dultzin-Hacyan, J.W. Sulentic , M. D'Onofrio

Tematica: I nuclei galattici attivi, come tutti i sistemi in accrescimento, richiedono materiale in caduta verso l'oggetto compatto centrale. Un quasar tipico richiede accrescimento di una massa solare per anno. Stranamente, lo studio delle galassie ospiti dei nuclei attivi non fornisce chiare indicazione di *infall* di materiale gassoso. Al contrario, in numerose galassie attive, è possibile dimostrare convincentemente la presenza di moti associati ad eiezione di gas dalle regioni centrali. Si è costretti a concludere che lo scenario correntemente accettato per l'alimentazione del nucleo attivo è scarsamente supportato dalle osservazioni.

Particolare interesse per l'origine del materiale di accrescimento rivestono sistemi in cui moti di *infall* di materia possono essere provati su scale spaziali delle centinaia o migliaia di parsec. Tali sistemi sono costituiti di coppie di galassie fortemente interagenti; una sottoclasse è costituita da coppie in cui una delle galassie mostra un anello collisionale. In 3 di questi sistemi, studiati in dettaglio con spettroscopia long-slit, è stato possibile mostrare la presenza di moti di *infall* verso il centro di una delle galassie componenti: in ciascun oggetto è stata rivelata una componente estesa nelle righe di emissione di Hα ed [NII] (λ = 6548, 6583) con spostamento verso il rosso crescente (un caso è quello di Arp 194S, come si vede dalla Fig 37).

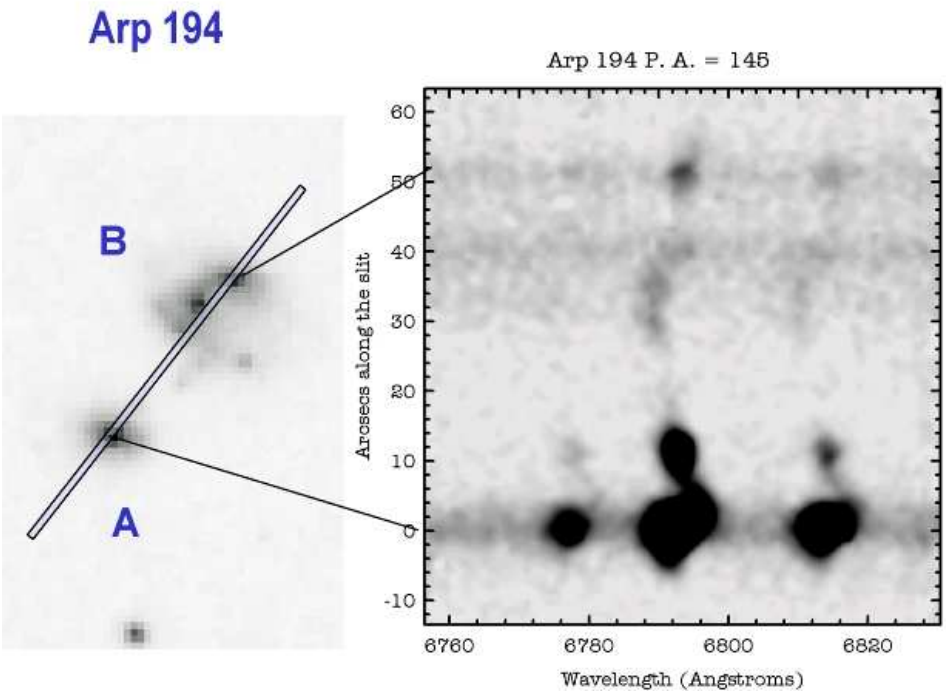

Figura 37: A sinistra: il sistema di galassie interagenti Arp 194; a destra: l'emissione estesa nelle righe di Hα e [NII]$\lambda\lambda$6548,6583. Si noti, in corrispondenza di Arp 194S, lo spostamento verso il rosso crescente che suggerisce un moto di caduta verso il centro della galassia.

3.22 Le proprietà di radio galassie a basso redshift: Il Piano Fondamentale e la Massa del Buco Nero centrale

Ricercatori coinvolti: (OaPd) D. Bettoni, R. Falomo, G. Fasano; (altri Enti) F. Govoni, R. Scarpa

Tematica: Questo studio si propone di investigare la relazione tra l'attività nucleare e le proprietà delle galassie che ospitano emissione radio. In particolare è stato studiato il piano fondamentale delle radiogalassie e la relazione tra massa del buco nero centrale, massa della galassia e potenza radio.

Risultati: Le proprietà globali delle galassie ellittiche sono ben descritte da uno spazio tridimensionale che lega tra loro tre quantità osservabili nelle galassie ellittiche: il raggio effettivo r_e, la brillanza superficiale media $< \mu_e >$ e la dispersione di velocità centrale σ. Usando i dati fotometrici e cinematici di un ampio campione di radiogalassie (RG) vicine abbiamo mostrato che il Piano Fondamentale di RG a basso z è indistinguibile da quello definito dalle galassie ellitiche (non radio). Le RG occupano la regione degli oggetti piu più luminosi (vedi pannello di sinistra della Fig. 38) indicando che le proprietà globali delle galassie non dipendono dalla attività del nucleo a sostegno di uno scenario in cui tutte le elittiche di grande massa possono aver passato una fase attiva durante la loro storia evolutiva.

Utilizzando le recenti realazioni tra massa del buco nero centrale (*black hole* BH) e luminosità della galassia o la dispersione di velocità, derivate dalle misure di massa del BH per ellittiche vicine, abbiamo stimato la massa del BH delle RG e studiato la relazione con la massa della galassia e la potenza radio. Da questo studio ricaviamo che la massa del BH nei campioni di RG studiati è proporzionale (entro gli errori di misura) alla massa della galassia $\mathcal{M}_{BH} \sim 0.001 \times M_{host}$ e suggerisce l'esistenza di una stretta connessione tra il meccanismo di formazione delle galassie e del BH centrale.

Per quanto riguarda la relazione tra massa del BH ed emissione radio l'analisi del nostro campione mostra (vedi figura) che non vi è una significativa correlazione tra la massa del BH centrale e la potenza radio (sia di core che totale) come invece sembra avvenire per oggetti che emettono radiazione in regime di accrescimento tipo ADAF (Accretion Dominated Accretion Flows) per cui si prevede che $P_{tot} \propto \mathcal{M}_{BH}^{2.5}$

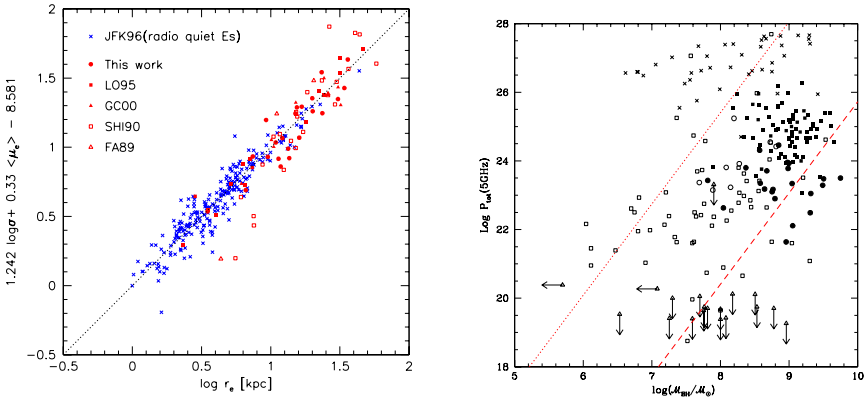

Figura 38: Sinistra: Il Piano Fondamentale delle Radio Galassie (punti) e di galassie ellittiche non radio (x), la linea sovrapposta è il miglior fit ai dati. Destra: La relazione tra $\mathcal{M}_{BH}$-LogP(total) per vari campioni di RG. I nostri dati sono i punti pieni e i dati presi dalla letteratura i punti aperti. La linea tratteggiata è la relazione $P_{tot} \propto \mathcal{M}_{BH}^{2.5}$, la linea punteggiata è la stessa spostata di 5 ordini di grandezza

3.23 Meccanismi di emissione di blazars osservati con SAX

Ricercatori coinvolti: (OaPd) R. Falomo; (altri Enti) E. Pian, A. Treves

Tematica: L'emissione dei nuclei attivi è caratterizzata dal contributo di sorgenti termiche e non termiche che producono una complessa distribuzione spettrale di energia che si estende dalla banda radio fino alla regione delle alte energie nelle bande X e γ. La comprensione dei meccanismi fisici che producono e compongono questa emissione rappresenta un elemento fondamentale nello studio dei nuclei attivi. Obiettivo primario per questo studio è la costruzione della distribuzione spettrale attraverso osservazioni multifrequenza.

Questo studio si propone di investigare i meccanismi di emissione nei nuclei attivi di tipo *blazar* che sono caratterizzati da forte emissione di alta energia (banda γ MeV-GeV). I modelli di emissione considerano che questa emissione sia generata (e dominata) da radiazione Compton che origina nelle regioni del *jet*.

Per investigare questa interpretazione sono state fatte osservazioni in varie bande dello spettro elettromagnetico ed in particolare nella importante regione delle alte energie (con il satellite Beppo-SAX) di alcuni blazar.

Un esempio significativo ti questo studio è mostrato in Fig. 39 per il blazar PKS 0537-441 ($z = 0.896$). L'analisi della emissione multifrequenza ha mostrato che l'emissione di alta energia è prodotta per effetto *synchrotron-self Compton* con un contributo significativo di emissione di Compton inverso da fotoni esterni alla regione del *jet*.

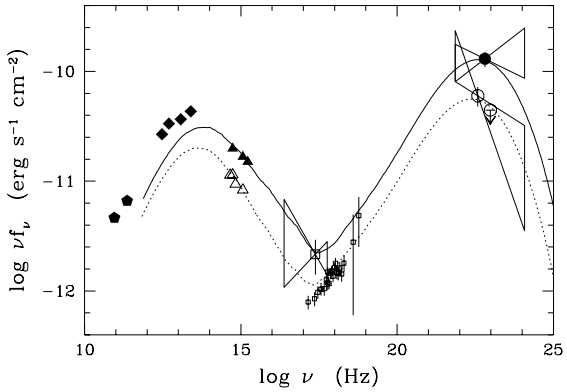

Figura 39: La distribuzione di energia del blazar PKS 0537-441 in differenti stati di attività. LO spettro esibisce la tipica forma con due massimi dovuti alla emissione per effetto di sinctrotrone (a bassa energia) e Compton (ad alta energia). Le linee continue rappresentano il fit con un modello di emissione che include emissione di *synchrotron-sef Compton* con il contributo dei fotoni riprocessati dalla emissione del disco di accrescimento.

4 ASTROFISICA DELLE ALTE ENERGIE

Stelle di neutroni e buchi neri sono il risultato finale dell'evoluzione di stelle con massa superiore a 8 masse solari e rappresentano laboratori naturali per studiare i campi gravitazionali e le interazioni nucleari nelle condizioni fisiche più estreme. La loro esistenza è prevista in base alla teoria della Relatività Generale. Tentare di scoprire questi esotici oggetti ha rappresentato una delle più affascinanti sfide dell'Astronomia negli ultimi trent'anni. L'assenza di emissione diretta di radiazione rende i buchi neri tra gli oggetti celesti più elusivi e difficili da scoprire. Le ricerche osservative puntano sovente all'identificazione di stelle di neutroni e buchi neri attraverso l'emissione prodotta dall'accrescimento di gas. Il materiale che accresce può provenire dalla stella compagna, se l'oggetto collassato si trova in un sistema binario, o dal mezzo interstellare/circumstellare, se esso è isolato. Segnatamente, i sistemi su cui si stanno concentrando i maggiori sforzi osservativi ed interpretativi a Padova sono le *isolated neutron stars*, i *black hole candidates* e le *ultraluminous X-ray sources*.

- Le *isolated neutron stars* possono emettere radiazione X nelle prime fasi della loro evoluzione ($\sim 10^5$ anni) a causa della progressiva perdita di energia termica per irraggiamento oppure a fasi più avanzate per accrescimento dal mezzo interstellare. Esse rappresentano un laboratorio unico per studiare l'emissione diretta dalla superficie della stella di neutroni e quindi risalire alle sue proprietà fisiche fondamentali (massa, raggio, velocità di rotazione, equazione di stato).
- I *black hole candidates* invece sono sistemi binari X che mostrano proprietà (spettri e variabilità) molto simili e per i quali è stato possibile stimare o misurare la massa dell'oggetto compatto che risulta superiore a quella massima per una stella di neutroni (~ 3 masse solari). Si ritiene quindi che essi contengano buchi neri. Alcuni di questi sistemi, denominati *microquasars*, hanno proprietà molto simili a quelle dei più luminosi nuclei galattici attivi (quali, ad esempio, la presenza di getti radio con moto apparente superluminale), dei quali in un certo senso rappresentano una versione in scala ridotta. Essi sono quindi molto importanti per comprendere i processi di accrescimento dei più potenti motori dell'Universo e per studiare le proprietà dello spazio-tempo in campi gravitazionali estremamente intensi.
- Le *ultraluminous X-ray sources* sono sorgenti X puntiformi non-nucleari in galassie vicine, la cui luminosità supera significativamente il limite di Eddington per una massa solare. La natura delle *ultraluminous X-ray sources* è tuttora poco conosciuta, benchè si ritenga che siano anch'esse alimentate da processi di accrescimento su buchi neri con una massa intermedia tra quella dei *black hole candidates* e quella dei buchi neri supermassivi nei nuclei galattici attivi. Queste sorgenti potrebbero rappresentare la coda della distribuzione dei buchi neri di massa intermedia, il cui contributo alla massa barionica oscura dell'Universo potrebbe addirittura superare quella dei buchi neri supermassivi. Tra le ipotesi sulla formazione di questi oggetti, c'è anche la possibilità che alcuni di essi siano resti di stelle primordiali di popolazione III.

Un filone di ricerca strettamente correlato con queste tematiche è lo studio dei meccanismi di formazione degli oggetti compatti. La teoria dell'evoluzione stellare prevede che stelle di neutroni e buchi neri si possano formare a seguito del collasso del nucleo in stelle massive. Mentre la scoperta delle radio *pulsars* ha fornito evidenza stringente della formazione delle stelle di neutroni in esplosioni di supernova, una prova diretta della formazione dei buchi neri non è ancora stata trovata. Una prospettiva del tutto nuova e promettente consiste nel rivelare l'emissione caratteristica prodotta dalla ricaduta sul nucleo delle parti interne dell'inviluppo stellare eiettato a seguito dell'esplosione di supernova. Ciò consentirebbe di confermare le teorie attuali sulla formazione dei buchi neri e di stabilire la loro distribuzione di massa nella Galassia.

Nella scheda seguente sono molto schematicamente riporate le tematiche generali ed alcuni dei risultati principali ottenuti in queste aree di ricerca dal gruppo di Astrofisica delle Alte Energia dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova.

4.1 Astrofisica delle Stelle di Neutroni e dei Buchi Neri

Ricercatori coinvolti: (OaPd) L. Zampieri, R. Falomo; (altri Enti) V. Bianchin, M. Chieregato, L. Foschini, M. Mendez, L. Nobili, A. Treves, R. Turolla
Boristi: P. Mucciarelli
Finanziamenti e Durata: MIUR 2002 (Coordinatore Nazionale: L. Stella; Titolo: "Rotazione, accrescimento e magnetismo: verso una visione unitaria della fisica degli oggetti compatti".) Fondi ASI 2002 (Coordinatore Nazionale: A. Preite Martinez, Titolo: "Osservazioni coordinate BeppoSAX". Progetto a lungo termine

Tematica: Il progetto è incentrato sullo studio delle proprietà fisiche e dei meccanismi di formazione di sistemi stellari contenenti stelle di neutroni e buchi neri nella nostra Galassia o in galassie vicine. In questi sistemi l'emissione avviene principalmente nella banda X e ha origine dall'accrescimento di gas sull'oggetto compatto. I risultati di questo studio hanno profonde implicazioni sulla determinazione dei parametri fisici (massa, raggio, equazione di stato) delle stelle di neutroni, la comprensione dei meccanismi di accrescimento dei buchi neri, la verifica della geometria dello spazio-tempo in campi gravitazionali intensi, l'identificazione di buchi neri di massa intermedia.

Obiettivi: Lo scopo principale di questo progetto è la comprensione delle proprietà fisiche e dei meccanismi di formazione di stelle di neutroni e buchi neri attraverso l'analisi delle proprietà spettrali e della variabilità di *isolated neutron stars*, *black hole candidates* Galattici e *ultraluminous X-ray sources* in galassie vicine. Il programma è basato sullo sviluppo della modellistica teorica in parallelo con il confronto con le osservazioni in banda X di alcune sorgenti particolarmente rappresentative e con lo studio nel visibile di potenziali controparti che cadono all'interno del cerchio d'errore X.

Risultati ottenuti: Nel corso del 2002 l'attività di ricerca si è incentrata principalmente sullo studio delle natura delle sorgenti X *ultraluminous* in galassie vicine e dei relativi processi di emissione. Recentemente abbiamo intrapreso uno studio sistematico di una delle prime sorgenti *ultraluminous* identificate, NGC 1313 X-2, nella omonima galassia (Fig. 40). L'analisi di osservazioni di archivio dei satelliti X *ROSAT*, *ASCA* e *XMM-Newton* e di osservazioni ottiche da noi effettuate indicano che NGC 1313 X-2 è un sistema binario in cui l'intensa emissione X è generata per accrescimento su di un buco nero da parte di una supergigante rossa di tipo spettrale G-K e di circa 30 masse solari che riempie il proprio lobo di Roche. Dallo spettro e dalla luminosità in banda X, la massa stimata del buco nero è circa 100 masse solari.

Parallelamente, si è approfondita l'analisi della formazione di buchi neri nell'esplosione di supernova, individuando gli intervalli di massa della stella progenitrice (da 25 a 40 masse solari) nei quali la ricaduta di materiale dall'inviluppo stellare è più significativa e le probabilità di rivelare la conseguente luminosità di accrescimento più elevata. Infine, si è investigato in dettaglio il meccanismo di accelerazione di particelle cariche in prossimità di oggetti compatti che emettono intensi flash di radiazione.

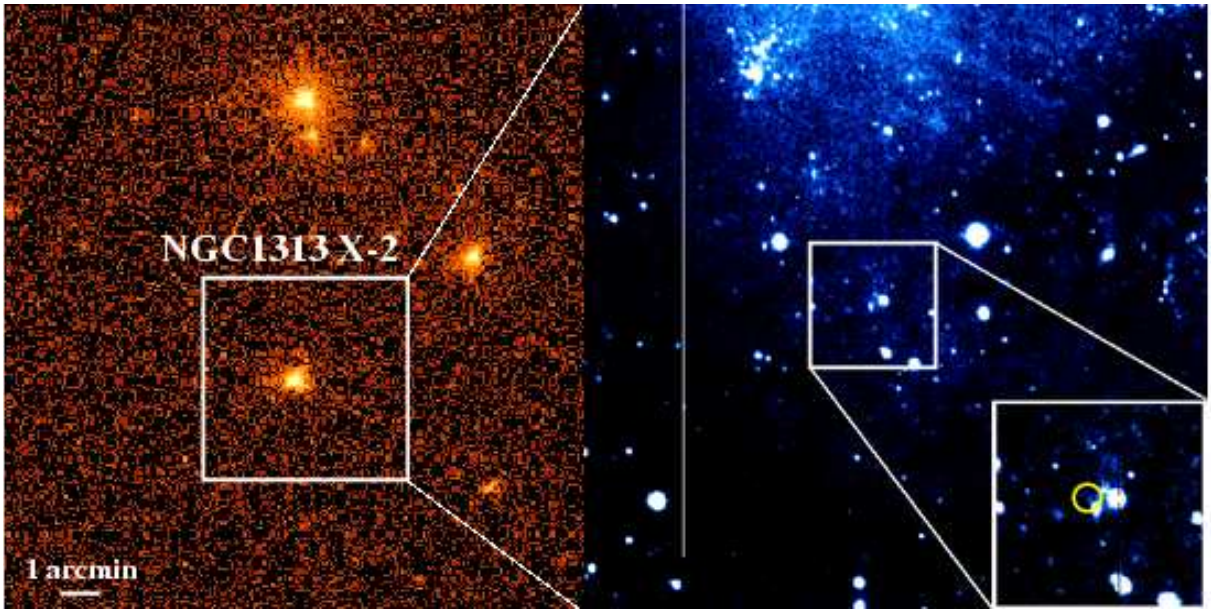

Figura 40: Immagine in banda X (a sinistra) e in banda R (a destra) della *ultraluminous X-ray source* NGC 1313 X-2 nella omonima galassia, ad una distanza di circa 3.7 Mpc (Nord in alto ed Est a sinistra). L'immagine X è stata ottenuta con il satellite *XMM-Newton*, mentre quella ottica con il telescopio di 3.6m dell'ESO (filtro R#643R). Il rettangolo all'interno dell'immagine X (5 arcmin) rappresenta il campo dell'immagine ottica. Il cerchio d'errore X (raggio 4 arcsec) è visibile nell'inserto in basso a destra, che rappresenta un ingrandimento dell'immagine ottica intorno alla posizione di NGC 1313 X-2. Una debole controparte di $R \sim 21$ mag è visibile all'interno del cerchio d'errore (vicino al bordo in basso a destra). L'analisi di uno spettro ottico a bassa risoluzione (ESO 3.6m+EFOSC2) mostra che si tratta molto probabilmente di una stella supergigante di tipo G-K con una massa di 25-30 masse solari. Questa stella si trova in una fase evolutiva avanzata, in cui essa riempie il proprio lobo di Roche e riversa copiosamente materiale su di un buco nero di circa 100 masse solari, dando origine ad una intensissima luminosità nella banda X. È la prima volta che una sorgente di questo tipo viene associata ad una stella supergigante late-type. Le *ultraluminous X-ray sources* non sembrano avere controparti con proprietà analoghe nella nostra Galassia.

5 TECNOLOGIE ASTRONOMICHE

Da sempre l'Osservatorio Astronomico di Padova e la struttura osservativa di Asiago vantano un costante impegno nello sviluppo di tecnologia applicata alla ricerca astronomica. Questo impegno si è svolto, e si svolge, fondamentalmente su due linee:

- sviluppo di nuove tecnologie (*enabling technologies*), ad esempio l'oramai lontano impegno sui rivelatori a tubo ed a stato solido oppure il più recente impegno sulle nuove tipologie di sensori per fronte d'onda;
- costruzione di strumenti operativi completi, SARG al TNG e lo stesso TNG ne sono un valido esempio in un periodo recente.

Oggi ci troviamo in un periodo di transizione che sta a cavallo fra il forte impegno pluriennale per la costruzione del TNG con una consistente parte della sua strumentazione, ed i cambiamenti importanti che si annunciano sulle strutture di supporto all'astronomia nazionale, cambiamenti che sicuramente avranno riflessi nel modo di gestire le stesse tecnologie per l'astronomia.

Pur in presenza di un quadro incerto rimane però chiaro, e questo emerge dall'insieme dei progetti qui presentati, lo sforzo di riconfigurare l'impegno tecnologico del nostro Osservatorio attraverso le partecipazioni alle grandi imprese internazionali, da terra e dallo spazio, e dedicando una parte di sforzo allo sviluppo di conoscenza su di un set ristretto di tecnologie.

Il quadro generale dei progetti qui presentati, in esecuzione o proposti, può essere così suddiviso:

- strumentazione orientata ai telescopi, terrestri e spaziali, di grande area collettrice: 3 progetti, LBC, CHEOPS e MIRI, dei quali il primo in avanzato svolgimento;
- strumentazione per i telescopi di media dimensione: 4 progetti, OmegaCAM, GATITO, SKIN, DOLORES-IFU, dei quali il primo in avanzato svolgimento;
- *enabling technologies e smart optics*: 5 progetti, L3-CCD, VISIR-C, Ottica Adattiva, DOLORES-IFU e Bragg-Fibers, dei quali i primi tre finanziati.

Caso a parte, ma importante dal punto di vista del nuovo modo di cooperare in ambito internazionale, è quello rappresentato dall'accesso a fondi CE come nel caso del finanziamento per le GRID astronomiche recentemente ottenuto anche tramite l'apporto Padovano e la presenza nel raggruppamento *key-technologies* di OPTICON.

Dal punto di vista delle attività di supporto ed ammodernamento, va sicuramente ricordato l'impegno, anche se ridimensionato in questi ultimi anni, per la struttura osservativa di Asiago (vedi paragrafi per il telescopio 1.82 cm ed il telescopio Schmidt 92/67 cm). Inoltre, pur se non riportato in dettaglio, è doveroso includere fra gli impegni assunti dall'Osservatorio di Padova, l'appoggio continuo al TNG ed al gruppo operativo di La Palma. Nel corso del 2002 sono stati seguiti da Padova vari lavori sulla struttura del TNG, fra i quali: la completa rialluminatura del treno di specchi, la realizzazione del sistema di monitoraggio delle pressioni dei pattini del cuscinetto idrostatico di AZ e l'impostazione del prossimo intervento riguardante il cuscinetto della cupola.

Per concludere in prospettiva questo breve quadro preme sottolineare che, nel corso del 2003, avremo l'agibilità dei nuovi ambienti destinati ad ospitare i laboratori. Si tratta di un totale di circa 150 metri quadri utili suddivisi in quattro zone distinte. Anche se è difficile prevedere ora come sarà possibile coprire le spese di allestimento necessarie va sottolineato che si tratta di un evento importante ed atteso, infatti mai a Padova avevamo avuto la disponibilità di laboratori organizzati.

5.1 Sviluppo di tecnologie

5.1.1 Sensori L3CCD

Ricercatori coinvolti: (OaPd) F. Bortoletto, M. D'Alessandro, E. Giro; (altri Enti) G. Bonanno, R. Cosentino
Finanziamenti: ASI-ARS 2001, 2002.

Recentemente è stata sviluppata una nuova tecnologia riguardante i sensori CCD (Charge Coupled Device) che ne amplia le possibilità operative. Questa nuova tecnica consiste nell'affiancare al registro di uscita di un CCD convenzionale un "registro di guadagno", capace di moltiplicare a valanga (mediante ionizzazione da impatto) gli elettroni generati dai fotoni incidenti. Nella Fig. 41 è schematizzato questo nuovo tipo di CCD. Il controllo del guadagno avviene mediante il livello alto della tensione di funzionamento di un clock del registro di guadagno. È così possibile discriminare segnali equivalenti sino al livello del singolo elettrone, consentendo di far lavorare il sensore CCD in regime di conteggio di fotoni ovvero integrare il segnale luminoso in modo numerico. Il nome di questa nuova tecnologia è "Low Light Level CCD" (L3CCD).
Tenendo come riferimento le precedenti considerazioni si pone il problema della progettazione e costruzione di elettroniche di gestione appositamente pensate in funzione della integrazione numerica e/o processamento "al volo" del segnale. In particolare dovrà essere tenuta in considerazione l'elevata frequenza di campionamento che, nel caso degli L3CCD, può arrivare sino a 10Mpixel/sec. Questo in un sistema capace di discriminare i singoli fotoeventi, incrementare i conteggi, memorizzare il tempo del fotoevento, e come esempio di processamento al volo, deve poter ri–centrare e stabilizzare l'immagine. Nell'ambito della astronomia osservativa i vantaggi di un simile approccio sono molteplici, su tutti uno: è in pratica possible ottenere la velocità di un foto-tubo con in più la elevata Efficienza Quantica (EQ) del silicio (anche 80-90%). Svariate osservazioni basate su segnale debole ed a rapida variazione temporale, come la spettroscopia ad alta risoluzione, l'interferometria o , nel caso di sistemi ausiliari all'osservazione come sensori di fronte d'onda o fast-trackers, ne trarrebbero un indubbio beneficio.
L'Osservatorio di Padova ha recentemente acquistato un sensore di questo tipo dalla *EV2Tecnologies* e sono state preparate l'elettronica di controllo, il software e la parte criogenia necessarie al funzionamento dello stesso.

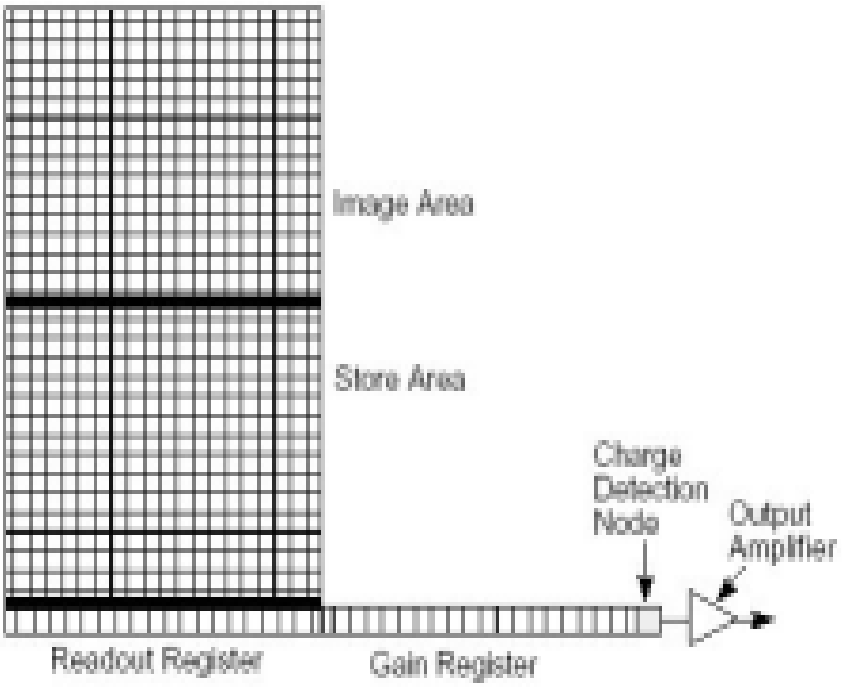

Figura 41: Schema di un L3CCD

5.1.2 Prototipi di reticoli di Bragg in fibra ottica multi-modale

Ricercatori coinvolti: (OaPd) C. Pernechele, U. Munari
Finanziamenti: in proposta.

La determinazione delle velocità radiali stellari è molto utilizzata negli studi sulle strutture cinematiche della Galassia e nella determinazione dei periodi di stelle binarie e di stelle pulsanti. Tipologie di studio moderne richiedono una precisione più accurata che nel passato, per cui i metodi tradizionali nella determinazione delle velocità radiali risultano superati. Con questo progetto ci proponiamo di esplorare una soluzione tecnologica capace di risolvere il problema della determinazione di velocità radiali con una precisione sufficiente ad affrontare problemi astrofisici moderni e da applicare a telescopi esistenti dotati di spettrografi ad alta risoluzione di tipo Echelle. Telescopi di media apertura equipaggiati con spettrografi Echelle sono molto diffusi nel mondo (ce ne sono 7 solamente in Europa) e potrebbero beneficiare di un device del tipo di quello proposto qui. I reticoli di Bragg in fibra ottica (FBGs: Fiber Bragg Gratings) sono strutture interne al core di una fibra ottica in grado di reiettare una lunghezza d'onda caratteristica del reticolo (lunghezza d'onda di Bragg, appunto). I FBGs sono molto diffusi nel mercato delle telecomunicazioni per il filtraggio del segnale e quindi la tecnologia per la loro fabbricazione è matura ed accessibile. Lo spettro in uscita dalla fibra sarà composto dallo spettro originale iniettato in essa più alcune righe in assorbimento, una per ogni reticolo di Bragg inscritto (si possono scrivere più reticoli in una stessa fibra). I FBGs comuni nel mercato sono scritti su fibre ottiche monomodali, le quali, dato il loro piccolo core (minore di 10 micrometri in diametro) non possono essere utilizzati per applicazioni astronomiche in quanto il diametro tipico della stella al piano focale del telescopio è generalmente molto maggiore. L'idea proposta in questo progetto consiste nello scrivere alcuni reticoli di Bragg in fibra ottica a largo core (già utilizzate in astronomia) e poi alimentare la fibra con la luce della stella al piano focale del telescopio. Lo spettro disperso dall'Echelle conterrà quindi, oltre allo spettro dell'oggetto astronomico di interesse, anche le righe di Bragg in assorbimento che potranno essere utilizzate per una precisa calibrazione in lunghezza d'onda.

5.2 Telescopi a terra

5.2.1 OmegaCAM imager a grande campo per il VLT Survey Telescope

Ricercatori coinvolti: (OaPd) A. Baruffolo, L. Greggio
Borsisti, personale a contratto: A. Bortolussi, L. De Pizzol
Finanziamenti: CNAA, INAF.

Il VLT Survey Telescope (VST), è un telescopio di 2.6m dedicato all'imaging a grande campo, progettato e costruito dall'Osservatorio Astronomico di Capodimonte (Na) che, al suo completamento, diverrà parte dell'Osservatorio del Paranal (Cile) operato dall'Osservatorio Europeo del Sud (ESO).

OmegaCAM è la camera per immagini a grande campo, attualmente in fase di costruzione da parte di un Consorzio di Istituti tedeschi, olandesi ed italiani, che equipaggerà il VST e ne coprirà il vasto campo di vista di un grado quadrato con un mosaico di 32 sensori CCD ciascuno di dimensione 2k×4k pixels. Il numero totale di pixel nella camera scientifica sarà quindi superiore ai 256 milioni.
Lo scopo principale di VST-OmegaCAM è quello di effettuare survey per supportare i programmi scientifici del VLT. I prodotti di tali survey saranno grandi cataloghi di sorgenti astronomiche omogenei e multicolore che saranno usati per la selezione di oggetti da osservare spettroscopicamente con il VLT. Inoltre, dato il grande campo di vista, VST-OmegaCAM darà l'opportunità di effettuare ricerche di oggetti rari o dalle proprietà estreme.
OmegaCAM è finanziato tramite stanziamenti di fondi del Consorzio Nazionale per l'Astronomia e l'Astrofisica (CNAA) e dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) per la parte italiana, dall'Organizzazione Olandese per la Ricerca in Astronomia (NOVA) per l'Olanda, e dal Ministero Federale per l'Istruzione, la Scienza, la Ricerca e la Tecnologia per la Germania, oltre al manpower e i materiali forniti dai singoli Istituti parte del Consorzio.
La partecipazione dell'Osservatorio di Padova consiste nella progettazione e lo sviluppo del software di controllo dello strumento, sotto la responsabilità di A. Baruffolo, con la collaborazione di A. Bortolussi, L. De Pizzol, C. Magagna (personale a contratto), nonchè della gestione dell'archivio della documentazione e del sito web del progetto, sotto la responsabilità di L. Greggio.
Gli altri istituti del consorzio sono:

- per l'Olanda, il Kaptein Astronomical Institute (software di riduzione dati), e l'Osservatorio di Leiden (K. Kuijken, PI);
- per la Germania: l'Universitäts Sternwarte München (R. Bender, Co-PI, W. Mitsch, integrazione dell'elettronica), l'Universitäts-Sternwarte Göttingen (H. Nicklas, meccanica), lo Sternwarte Bonn (K. Reif, otturatore)
- per l'Italia, l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte (E. Cappellaro, co-PI, E, Cascone, progettazione dell'elettronica);
- ESO, che fornisce il sistema dei detector, progettato e costruito dall'Optical Detector Team (ODT, resp. O. Iwert).

Dopo aver completato la fase di progettazione nel 2001, il 2002 è stato dedicato alla costruzione della meccanica, dell'elettronica e del sistema dei rivelatori, alla fabbricazione dei filtri, nonchè allo sviluppo del software di controllo dello strumento e di quello di riduzione dati.
Secondo i piani attuali, il VST sarà installato all'Osservatorio del Paranal (Cile) verso la fine del 2003, mentre OmegaCAM seguirà alcuni mesi più tardi.
Ulteriori informazioni sul progetto OmegaCAM si possono trovare al seguente indirizzo:
http://web.pd.astro.it/omegacam/OMEGACAM.html.

Figura 42: La struttura meccanica di OmegaCAM durante una fase di test di integrazione delle unità principali. In basso a sinistra un "filtro" opaco, di alluminio, delle stesse dimensioni dei filtri scientifici: 420×320 mm^2.

5.2.2 Dimostratore di Ottica Adattiva Multiconiugata: MAD

Ricercatori coinvolti: (OaPd) A. Baruffolo
Finanziamenti: ESO, Consorzio.

L'ottica adattiva multiconiugata (MCAO) ha come scopo quello di estendere la correzione di ottica adattiva su un campo assai più ampio di quello ottenibile con i sistemi tradizionali, basati su una sola stella di riferimento (naturale o laser), tramite l'utilizzo di sorgenti di riferimento multiple.
L'Osservatorio Europeo del Sud (ESO), in collaborazione con altri istituti di ricerca europei, sta progettando e costruendo un "dimostratore tecnologico" (Multi-Conjugate Adaptive Optics Demonstrator: MAD) il cui scopo è quello di dimostrare tramite osservazioni in cielo la fattibilità della tecnica di MCAO e di valutare gli aspetti critici nella costruzione di un tale strumento sia per gli strumenti di seconda generazione del Very Large Telescope (VLT) che per il futuro telescopio da 100m OWL (OverWhelmingly Large Telescope).
MAD verrà usato per investigare due diversi approcci di MCAO: uno c.d. "star oriented" che utilizza tre sensori di fronte d'onda (WFS) di tipo Shack-Hartmann (SH) e il "layer oriented" MCAO che utilizza un sensore di fronte d'onda "orientato agli strati" [turbolenti dell'atmosfera], detto LOWFS, basato su otto sensori a piramide.
Il progetto è finanziato per la maggior parte da ESO, mentre gli Istituti del Consorzio forniscono parte del finanziamento e il manpower necessario alla costruzione dei sottosistemi di cui sono responsabili, ricevendo compensazione in notti di osservazione garantite.
L'Osservatorio di Padova partecipa al progetto fornendo la progettazione e l'implementazione del software di controllo dello strumento, sotto la responsabilità di A. Baruffolo.
Oltre a all'Osservatorio di Padova, i seguenti istituti partecipano al progetto:

- l'Osservatorio di Arcetri è responsabile della progettazione, della costruzione e della simulazione dei risultati del sensore di fronte d'onda "Layer-Oriented" (LOWFS) (PI R. Ragazzoni);

Figura 43: L'otturatore di OmegaCAM. La sua apertura effettiva è di 370×292 mm (il computer portatile dà un'idea della scala) ed è in grado di effettuare esposizioni più brevi di 1 msec.

- la Faculdade de Ciências de Universidade de Lisboa, fornirà la camera infrarossa a grande campo (un primo quadrato) che sarà utilizzata per le osservazioni scientifiche (PI A. Amorin);
- ESO costruisce il banco d'ottica che ospiterà i sensori di fronte d'onda e la camera scientifica, il computer per la ricostruzione in tempo reale del fronte d'onda, il sensore "star oriented" e le relative simulazioni dei risultati (PI E. Marchetti).

Il 2002 è stato dedicato principalmente alla progettazione del sistema. In tale periodo è stato firmato il Memorandum of Understanding (MoU) tra l'ESO e l'INAF-Osservatori di Arcetri e Padova per la partecipazione al progetto, e sono state effettuate due Design Review: la prima, in aprile 2002, dedicata agli aspetti generali del progetto e al SHWFS, la seconda, in ottobre, ha riguardato più da vicino il LOWFS.
Il 2003 sarà dedicato principalmente alla costruzione ed integrazione dello strumento, che si prevede comincerà le sue osservazioni in cielo al fuoco Nasmyth di uno dei telescopi del VLT all'inizio del 2004.

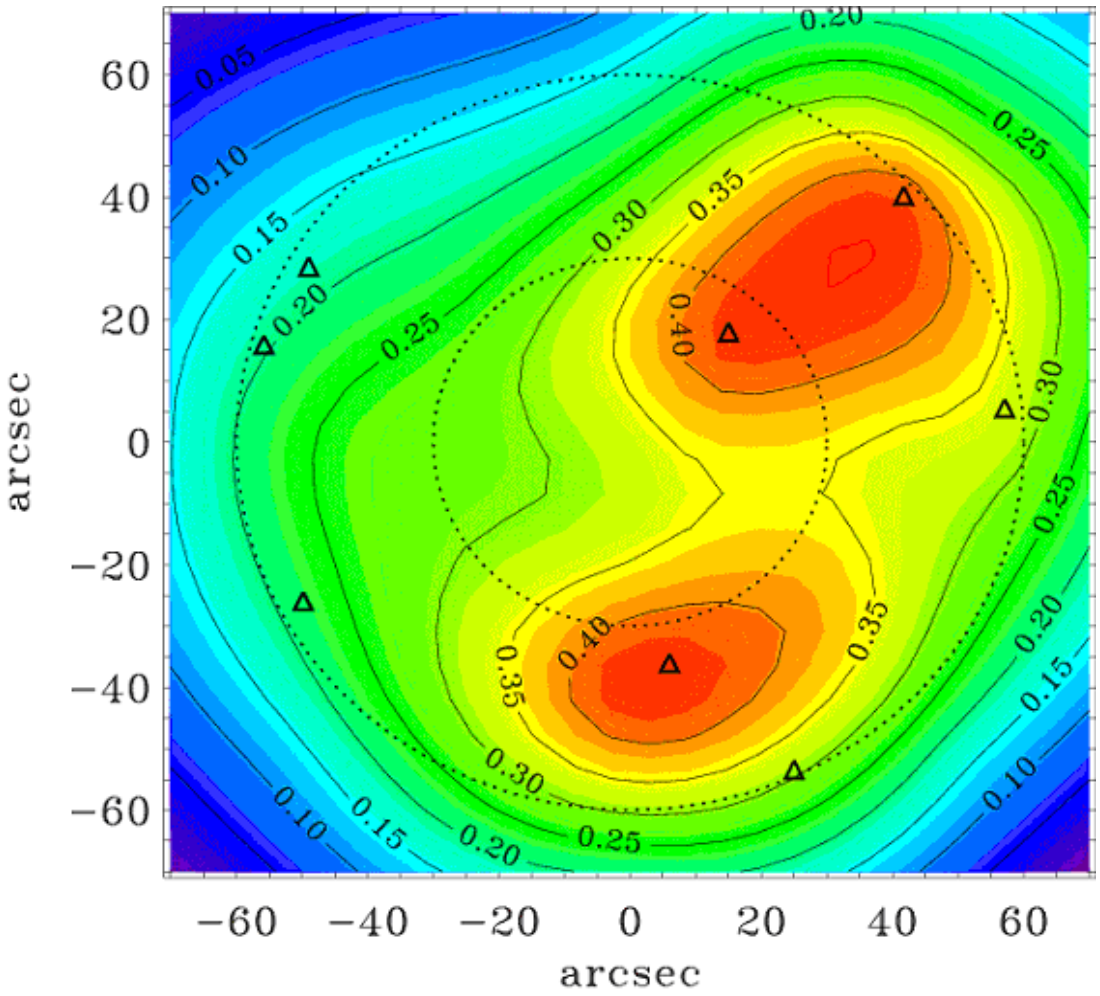

Figura 44: Esempio di simulazione delle correzioni ottenibili dall'Ottica Adattiva Multiconiugata su un campo di due primi d'arco (indicato dal cerchio tratteggiato più grande), utilizzando un sensore "layer-oriented" e otto stelle di riferimento con magnitudine integrata pari a $M_V = 10$ (indicate dai triangoli). I valori mostrati si riferiscono al "rapporto di Strehl", definito come il rapporto tra la massima intensità della Point Spread Function (PSF) osservata rispetto a quella teoricamente ottenibile in assenza delle aberrazioni introdotte dalla turbolenza atmosferica

5.2.3 CHEOPS

Ricercatori coinvolti: (OaPd) M. Turatto (CoPI), R. Gratton, A. Baruffolo, C. Pernechele, R. Claudi; (altri Enti) G. Piotto, S. Ortolani, E. Cappellaro, E. Cascone, A. Berton, J. Antichi, S. Buson
Borsisti, personale a contratto: S. Desidera
Finanziamenti: ESO, più un eventuale piccolo contributo INAF per lo studio di fattibilità.

Nell'ambito della costruzione degli strumenti di II generazione per VLT, l'Osservatorio di Padova si è fatto promotore della partecipazione di vari studiosi italiani alla realizzazione di uno strumento per la rivelazione diretta di pianeti extrasolari con telescopi terrestri attravesro una tecnica sofisticata di Ottica Adattiva. Siamo così entrati in un consorzio capeggiato dal MPIA di Heidelberg.
Oltre alla partecipazione scientifica (R. Gratton è Instrument Scientist del progetto), il contributo italiano al progetto è quello di costruire lo Spettrografo di Campo Integrale (IFS) attraverso il quale il profilo stellare di un campione di stelle vicine verrà decomposto in migliaia di elementi dei quali verrà fatta la spettrografia a bassa dispersione per individuarne evidenze della presenza di pianeti.
Nel corso del 2002 ci si è stato dedicati alla messa a punto del progetto. Nei primi mesi dell'anno si sono studiati le proprietà generali dei pianeti extrasolari per la definizione dei requisiti scientifici dello strumento. Si è poi sviluppato il disegno ottico di base (IFS) e si sono delineate le tecniche di estrazione dei risultati scientifici dai dati osservativi. Il progetto è stato consegnato formalmente all'ESO nel febbraio 2002. A seguito di successive iterazioni con i membri del

consorzio e con l'ESO, una versione ulteriormente raffinata del progetto è stata approvata dall'ESO in novembre 2002 per lo sviluppo di uno studio di fattibilità di 18 mesi (Fase A) su base competitiva con un analogo progetto francese. L'inizio formale della Fase A avverrà nel corso del 2003 ma sono già iniziate le attività di reperimento di fondi, messa a punto del nuovo laboratorio di ottica e ricerca dei collaboratori esterni (contrattisti).
La durata della Fase A è di 1.5 anni mentre l'eventuale costruzione dello strumento durerebbe altri 3.5 anni.

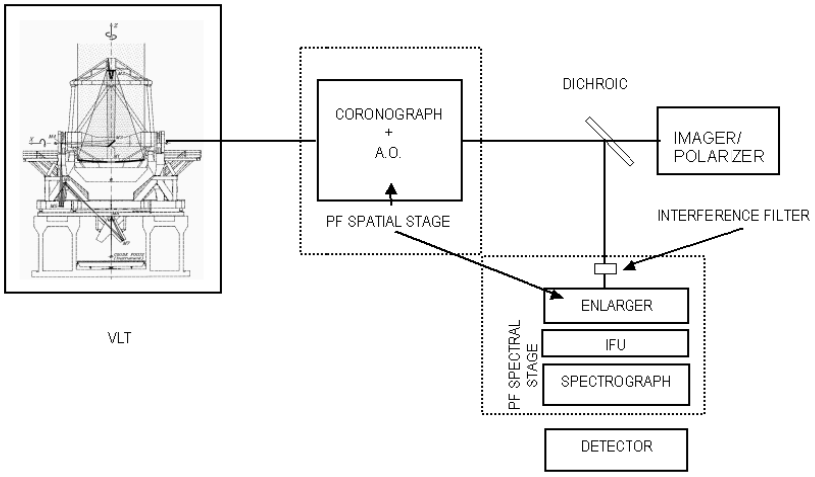

Figura 45: Schema dello strumento Planet Finder - CHEOPS per la rivelazione diretta di pianeti extrasolari.

5.2.4 LBC per LBT

Ricercatori coinvolti: (OaPd) M. Turatto, A. Baruffolo; (altri Enti) R. Ragazzoni, E. Giallongo, A. Fontana, F. Pasian, M. Nonino, R. Smareglia, G. Piotto, S. Ortolani, E. Diolaiti, J. Farinato
Borsisti, personale a contratto: M. Riello
Finanziamenti: CNAA, INAF, MIUR, Consorzio.
È in fase di realizzazione una camera a grande campo per il doppio primo fuoco del Large Binocular Telescope (LBT) attualmente in costruzione a Mt. Graham (Arizona). Lo strumento consiste di due unità (blue e rossa), una per ciascuno dei due specchi da 8.4m del telescopio. Ogni unità è ottimizzata quanto a disegno ottico e materiali utilizzati a lunghezze d'onda diverse (rispettivamente per le bande UB e VRIz). Gli specchi primari sono estremamente rapidi (F#=1.14) e richiedono quindi grandi correzioni per raggiungere la qualità ottica richiesta su di un grande campo. Una soluzione soddisfacente è stata trovata facendo uso di 6 lenti aventi un diametro fino a circa 80cm. Ogni camera consiste di 4 CCD 2k ×4k per un campo totale di 23.5 × 23.5 arcmin^2.
Nel corso del 2002 il progetto è andato avanti secondo la schedula. La lavorazione delle lenti del canale blue è terminata con successo come anche la parte meccanica. È stato anche firmato il contratto per la costruzione dello spider. Nel frattempo a Roma sono stati fatti i test del criostato ed è in fase di integrazione il controller. Dopo il congelamento del disegno ottico del canale rosso, sono state fatte le fusioni dei blank di BK7 dalla ditta Schott. Il contratto per il polishing è stato dato alla ditta Reosc. È stato anche fatto il disegno concettuale del SW di controllo dell'ottica attiva e dell'interfaccia col telescopio. Sono stati attivati un certo numero di WG sia a livello nazionale che di consorzio degli osservatori per la definizione dell'utilizzo scientifico dello strumento.
La camera per il canale blue dovrebbe essere installata al telescopio a metà 2004, mentre la camera del canale rosso a metà 2005.

5.2.5 Filtro tunabile per il TNG

Ricercatori coinvolti: (OaPd) C. Bonoli, E. Giro; (altri Enti) P. Conconi, V. Zitelli, R. Cosentino
Finanziamenti e Durata: Il progetto è stato presentato in risposta al bando CNAA 1/2001 per piccola strumentazione TNG e ha ottenuto un finanziamento di 40ML per uno studio di fattibilità della durata di 1 anno. Lo studio è stato completato nel Luglio 2002 e la documentazione relativa è stata presentata a INAF - Dipartimento per le strutture e per i servizi a carattere nazionale.

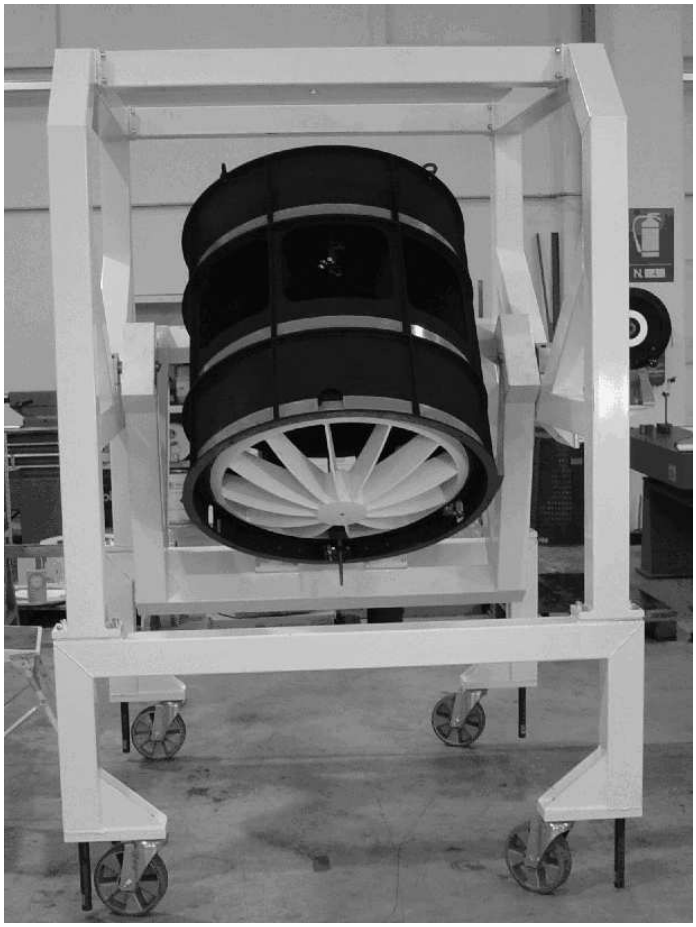

Figura 46: Struttura meccanica del correttore del primo fuoco blue di LBC

Il progetto, provvisoriamente chiamato GATITO, si propone di potenziare le capacità osservative dello spettrografo – imager Dolores del TNG mediante l'utilizzo di un filtro tunabile. Le caratteristiche peculiari di questo strumento permettono di superare alcune limitazioni insite nelle classiche osservazioni in banda stretta, limitazioni dovute essenzialmente al limitato numero di filtri disponibili, la cui banda passante e lunghezza d'onda centrale sono comunque sempre inadeguate di fronte alla richiesta di intervalli spettrali sempre più ampi e flessibili.
Il dispositivo, basato su tecnologia Fabry-Perot, permetterebbe di esplorare un ampio intervallo spettrale variando in modo continuo la banda passante e operando su un ampio campo di vista.
Queste caratteristiche si sono già rivelate estremamente utili in varie ricerche extragalattiche, soprattutto per survey di ammassi di galassie, studi di aloni con righe di emissione in radio galassie, interazioni nubi-jet in galassie radio e Seyfert.
In sintesi, questo strumento combina la flessibilità di un Fabry-Perot classico per variare in modo continuo la banda spettrale con la possibilità di fornire immagini monocromatiche a grande campo tipica dei filtri interferenziali fissi.
Alla definizione del programma scientifico hanno collaborato, fra gli altri, L. Buson e P. Marziani.

5.2.6 SKIN, una proposta di Spettrografo/Imager nel vicino IR per TNG

Ricercatori coinvolti: (OaPd) C. Bonoli, F. Bortoletto, M. D'Alessandro, E. Giro, C. Pernechele; (altri Enti) P. Saracco (Resp. scientifico), E. Molinari, R. Mazzoleni e P. Conconi, V. Zitelli, L. Corcione, S. Molinari
Borsisti, personale a contratto: D. Magrin

In risposta al bando INAF per strumentazione TNG di seconda generazione, è stata presentata una proposta per un imager/spettrografo nel vicino infrarosso, provvisoriamente chiamato SKIN, da montare al fuoco Nasmyth B in sostituzione dell'attuale NICS.
Lo strumento proposto offrirebbe le seguenti capacità osservative:

Imaging:
– campo di vista: $10' \times 10'$ come Dolores nel visibile;
– copertura spettrale $0.9 - -2.5\mu$;
– filtri a banda larga e stretta;
– campionamento del pixel fra 0.13 e 0.25″ per pixel, a seconda dalla configurazione meccanica selezionata.
Spettroscopia:
– Uso di VPH (efficienza minima 80%) come elementi dispersivi;
– Spettroscopia a bassa risoluzione (R=50–100);
– Spettroscopia long slit.
Integral field:
– Spettroscopia 3D basata su image slicer ($7.5'' \times 7.5''$ campionamento 0.3″ per slit);
– Possibilità di usare un filtro tunabile per sfruttare l'ampio campo di vista con spettroscopia 3D a bassa dispersione, usando un sistema fisso di order sorter per le bande fotometriche J, H e K.
Altre opzioni:
– spettro-foto-polarimetria.
SKIN si propone come uno strumento altamente efficiente, il cui progetto combina alcune caratteristiche tecnologicamente all'avanguardia. Fra queste, le principali sono:
– SKIN si avvarrebbe dei recenti sviluppi nel campo dei sensori operanti nel vicino IR, montando un array monolitico $2k \times 2k$ oppure $4k \times 4k$
– l'uso di VPHG (Volume Phase Holographic Gratings) nel vicino infrarosso come elementi dispersivi al posto di reticoli o grism classici.
– l'implementazione di una capacità osservativa integral field basata su image slicer, con un campo risultante di circa $7.5'' \times 7.5''$ e con un campionamento di 0.3″ per slit.
– SKIN offrirà per la prima volta la possibilità di ottenere lo spettro nelle bande J, H e K a bassa e media risoluzione, e in modo integral field, in una singola osservazione. Questa caratteristica è permessa dall'uso combinato di VPH e dicroici, come mostrato nelle Fig. 47–48.

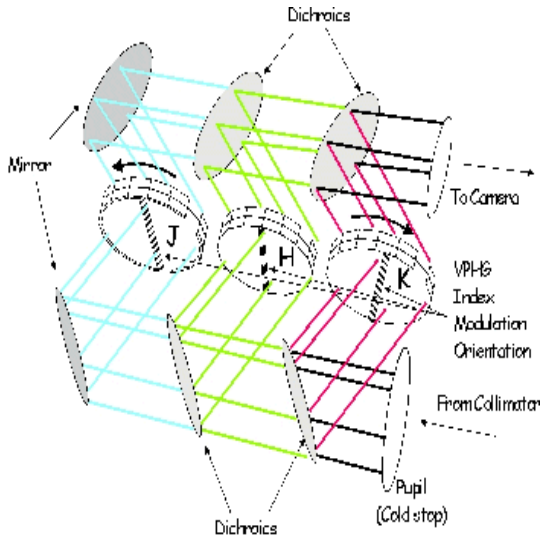

Figura 47: L'uso combinato di dicroici e VPH permette di ottenere le 3 bande contemporaneamente

Obiettivi scientifici: Una delle richieste più pressanti in astronomia extragalattica è la possibilità di ottenere un campionamento accurato della distribuzione di energia spettrale nel vicino infrarosso su una vasta classe di sorgenti. Le galassie nell'intervallo di redshift $1.5 - 2.5$ possono essere studiate solo in questo intervallo spettrale, poichè le loro più importanti caratteristiche spettrali ($H\alpha$, $H\beta$, 4000Å break, assorbimenti stellari) non possono essere rilevate nell'ottico.

SKIN può offrire un modo estremamente efficiente per raccogliere dati, grazie alla sua capacità di ottenere spettroscopia a risoluzione bassa (R=100) e medio-alta (R=500–3000) sull'intero intervallo spettrale (9000-25000Å) contemporaneamente.

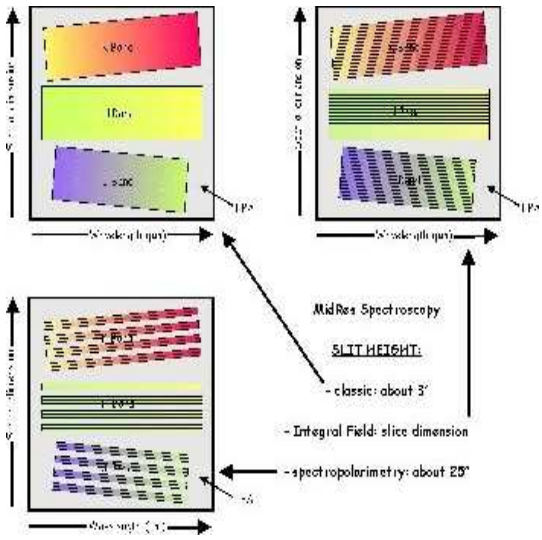

Figura 48: Uno schema di come i vari frame si proiettano sul detector

Inoltre, l'alta efficienza dei VPHG ($\approx 80\%$) rende TNG+SKIN competitivo anche con l'attuale strumentazione nel vicino IR in telescopi più grandi.

Queste caratteristiche permettono, fra l'altro, di identificare con grande efficienza sistemi stellari vecchi e/o massicci a z>1.2, la cui densità spaziale è un fattore discriminante fra differenti modelli di formazione galattica.
Le capacità di spettroscopia integrale con campionamento di $0.3''$ offerte da SKIN offrirebbero un modo nuovo e unico di esplorare le regioni centrali degli AGN per studiare in dettaglio le loro proprietà fisiche e individuare la posizione delle regioni di formazione stellare e dei nuclei attivi.
Alla definizione del programma scientifico hanno collaborato numerosi ricercatori di vari Osservatori e Istituti di ricerca italiani. Fra questi: A. Bressan, G. L. Granato, E. V. Held, P. Marziani e R. Rampazzo.

5.2.7 Integral Field Unit per il TNG

Ricercatori coinvolti: (OaPd) E. V. Held; (altri Enti) F. Zerbi (P.I.), P. Conconi, G. Crimi, A. Fernandez-Soto, L. Guzzo, R. Mazzoleni, E. Molinari, S. Ciroi, A. Franceschini, P. Rafanelli
Borsisti, personale a contratto: L. Rizzi
Finanziamenti: pre-studio CNAA 2001

Questo studio tecnologico si inserisce nei moderni sviluppi della spettroscopia a telescopi di medie e grandi dimensioni, sempre più indirizzata a coniugare l'informazione spaziale e quella spettrale (spettroscopia panoramica o "3D"). Il progetto (P.I. F. Zerbi, Resp. Scient. E. V. Held) si propone sia la costruzione di un'unità a campo integrale da applicare allo spettrografo D.O.LO.RES. al Telescopio Nazionale Galileo che il suo sfruttamento scientifico, attraverso la realizzazione di opportuno software per la riduzione dei dati e la proposta di un programma centrale di osservazioni scientifiche di prima luce. Con questo strumento sarà possibile ottenere contemporaneamente gli spettri di tutti gli oggetti (o regioni di un oggetto esteso) in una piccola regione di cielo. In collaborazione con il consorzio Euro3D, il progetto intende stimolare nella comunità nazionale una riflessione sulle potenzialità della spettroscopia panoramica e il suo utilizzo scientifico.
Nel corso del 2002 è stato realizzato uno studio di fattibilità di un'Unità a campo integrale (I.F.U.) basato sul concetto di Image Slicer a microspecchi, una tecnologia adottata nella spettroscopia infrarossa e in ambito spaziale. Lo schema proposto prevede due scale spaziali, rispettivamente con campo 14×27 arcsec (risoluzione spaziale 1 arcsec) e 11×13 arcsec (0.4 arcsec). Il vantaggio del disegno adottato è rappresentato dalla possibilità di utilizzare tutti i reticoli esistenti realizzando una vasta gamma di risoluzioni spettrali adatte ai vari casi scientifici. Lo studio si è concretizzato nella relazione conclusiva " Adding Integral Field Unit capabilities to the D.O.LO.RES spectrograph" presentata a INAF nel luglio 2002, contenente sia lo studio tecnico che una serie di casi scientifici a motivazione del progetto, essenzialmente scaturiti da un incontro nazionale tenutosi a Padova nel febbraio 2002.

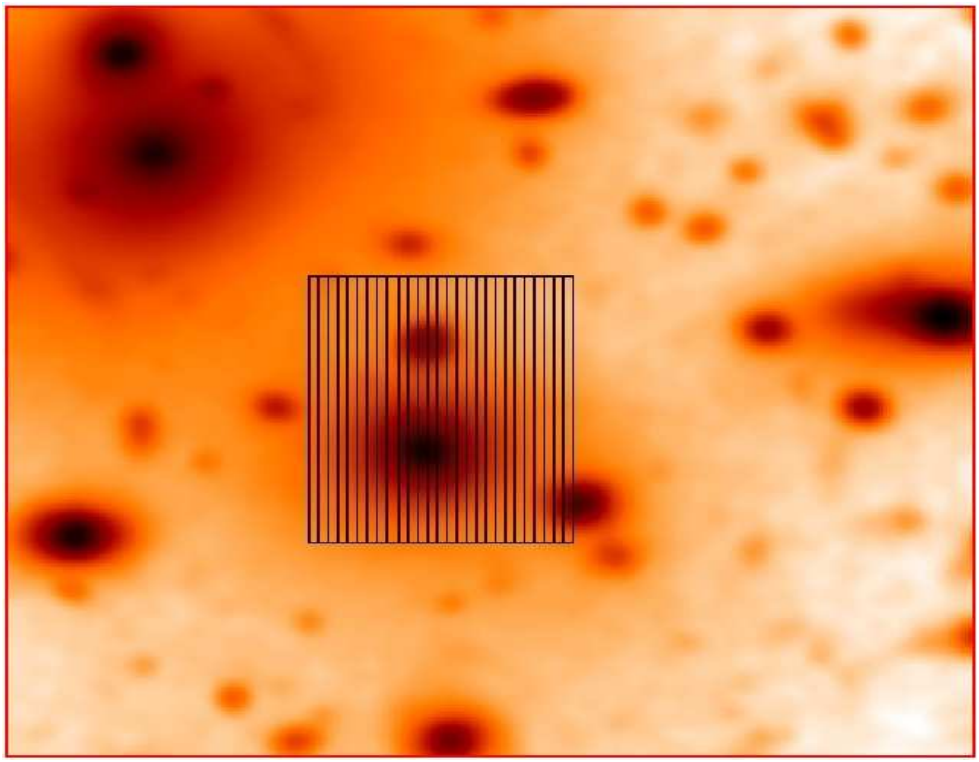

Figura 49: Simulazione di osservazioni di spettroscopia panoramica ("3D") che saranno rese possibili dalla IFU al TNG. L'immagine mostra l'ammasso di galassie Abell 2218, come sarebbe osservato con la risoluzione ottica tipica del TNG, con sovrapposto il campo IFU. Ogni sezione corrisponde ad una mini-fenditura posizionata in una diversa regione di una galassia. Si noti come sarà possibile, con un'unica posa, ottenere lo spettro di un'intera galassia per studiarne, ad esempio, la massa e la composizione chimica

5.3 Telescopi spaziali

5.3.1 Medium Infrared Instrument (MIRI) per il John Webb Space Telescope

Ricercatori coinvolti: (OaPd) C. Bonoli, F. Bortoletto (Co-I italiano dello strumento), C. Pernechele; (altri Enti) Consorzio Europeo
Borsisti, personale a contratto: D. Magrin
Finanziamenti: ESA studio di fase A e pre-B.
Il telescopio spaziale HST è indubbiamente stato uno dei progetti spaziali più riusciti. NASA e ESA collaborano fin dal 1996 per la costruzione del suo successore (NGST, poi ribattezzato JWST). JWST sarà soprattutto caratterizzato dalla sua estensione nel vicino e medio infrarosso, quindi per studiare in particolar modo il contenuto dell'Universo all'indietro nel tempo e nel redshift fino all'epoca della prima luce e dell'accensione delle primissime stelle. Il corredo di strumentazione del telescopio comprende tre strumenti principali, fra cui MIRI (Medium InfraRed Instrument) a cui partecipa l'Italia.
Lo strumento MIRI nasce in un ambito di cooperazione internazionale ed Europea gestita, ad alto livello, da NASA ed ESA. ESA ha affidato il progetto e la costruzione di MIRI, con l'esclusione dei rivelatori, ad un consorzio Europeo (EC, European Consortium) diretto da un PI, Gillian Wright dell'Astronomy Technology Center (Edimburgo, UK), e comprendente un Co-PI per ciascun paese membro, come mostrato nel successivo organigramma.
JWST sarà, per ordini di grandezza, lo strumento più sensibile di ogni altro telescopio prevedibilmente disponibile nello stesso periodo per studiare il cielo nel medio infrarosso. Per esempio, basandosi su modelli per futuri telescopi a terra di grande area collettrice (30 m, Extremely Large Telescopes ELT) si possono stimare, nel caso di MIRI, efficienze di detettabilità per sorgenti puntiformi di circa 2 ordini di grandezza migliori a 10μ ed un pò meno a 20μ. Il modello prevede, per il telescopio a terra, condizioni osservative ottimali ovvero apertura corretta adattivamente; va anche notato che i telescopi a terra, dotati degli array IR realisticamente prevedibili, hanno un campo di vista troppo piccolo per effettuare survey in modo efficiente.

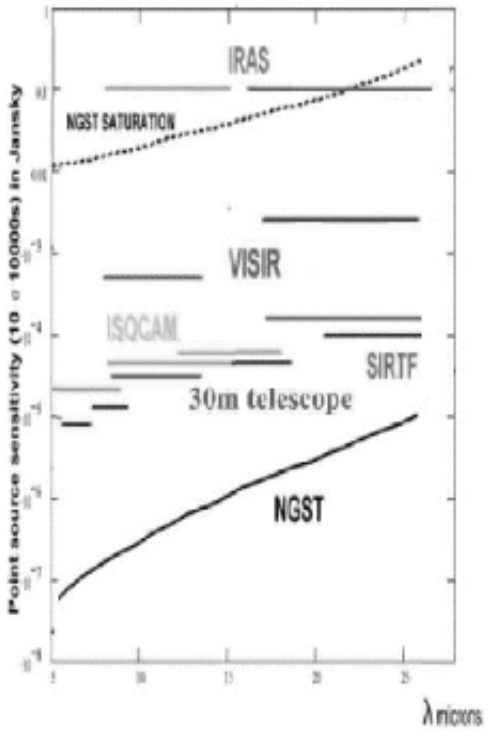

Figura 50: Guadagno rispetto ad altri osservatori spaziali (IRAS, SIRTF ed ISOCAM) e rispetto ad alcune facilities terrestri (VISIR/VLT ed un ipotetico ELT da 30m con apertura corretta adattivamente).

Il caso scientifico per JWST è stato delineato nel Design Reference Mission (DRM) dove gli obiettivi chiave per JWST sono stati analizzati ad un livello di dettaglio sufficiente da poter essere usati come guida per il progetto dell'osservatorio spaziale e per l'organizzazione delle operazioni scientifiche.

I casi scientifici del DRM illustrano l'ampio spettro di questioni fondamentali per la cosmologia e per la moderna astrofisica che MIRI sarà in grado di affrontare. Per ottenere questo obiettivo, MIRI deve provvedere alcune funzionalità chiave:

1. Imaging da 5 a 27μ in almeno 12 bande spettrali.
2. Le immagini devono essere al limite di diffrazione a $5-8\mu$ e campionate in modo ottimale (criterio di Rayleigh) a 6μ.
3. Il campo di vista deve essere almeno 1.5×1.5 arcmin.
4. L'imager deve essere background limited fra 5 e 10μ.
5. L' imager deve poter misurare sorgenti puntiformi al limite di 4μJy a 10μ.
6. L'imager deve possedere anche una funzionalità di spettroscopia a bassa dispersione ($R \approx 100$) da 5 a 10μ.
7. Un sistema coronografico abbinato all'imager.
8. Uno spettrografo a media dispersione ($R \approx 3000$) operante da 5 a 28μ con possibilità di integral-field spectroscopy.

Questi requisiti sono il risultato di uno studio basato sugli obiettivi scientifici espressi nel DRM e sono stati stabiliti da un comitato internazionale (Mid-Infrared Steering Committee, MISC) nel Luglio 2001. Essi hanno formato la base per il successivo studio di definizione del progetto e per lo studio di fase A, completato a sua volta nel settembre 2002 e finanziato da ESA.
La parte di interfaccia al piano focale di JWST e di calibrazione (FOCS, Fore Optics and Calibration System) è di diretta responsabilità dell'Osservatorio di Padova.
La FOCS calibration unit è un sistema ottico monoblocco contenente una sfera-integratrice, un primo sistema di illuminazione all'interno della stessa per generare calibrazioni di tipo 'flat-field' più un proiettore illuminante una lamina interferenziale capace di generare righe equispaziate di riferimento spettrale. La stessa cavità integratrice viene utilizzata anche per la calibrazione spettrale.

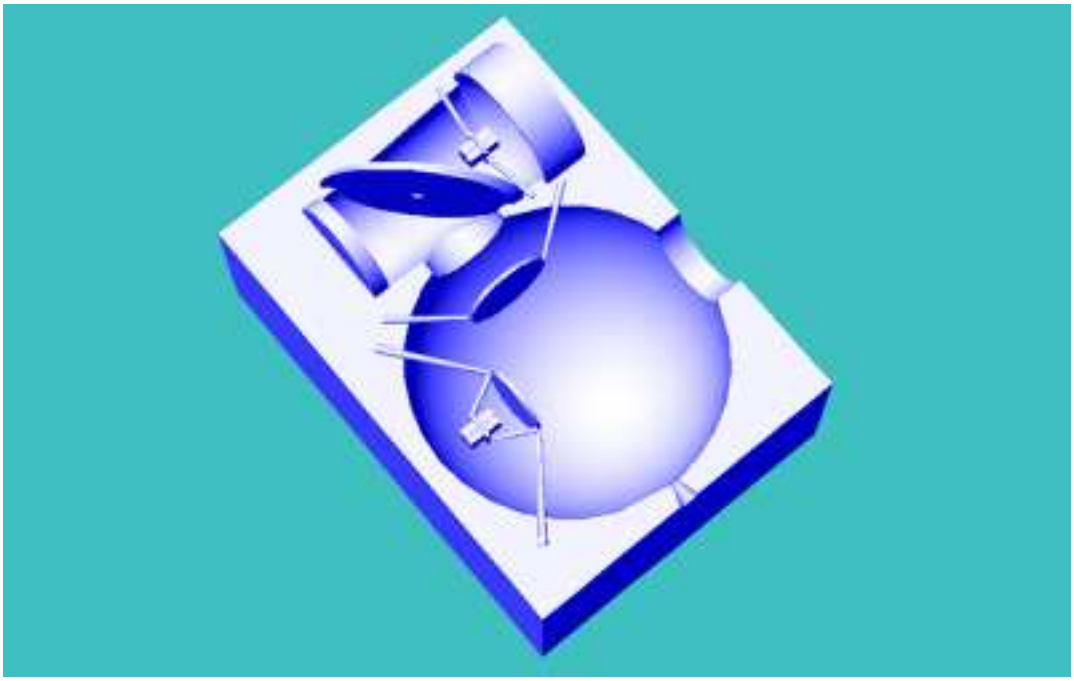

Figura 51: Calibratore spettrale e fotometrico di MIRI.

Alla definizione del programma scientifico hanno collaborato numerosi ricercatori di vari Osservatori e Istituti di ricerca internazionali e italiani. Fra questi: A. Bressan e G. De Zotti.

5.3.2 Visual-Infrared array controller (VISIR-C)

Ricercatori coinvolti: (OaPd) F. Bortoletto, C. Bonoli, M. D'Alessandro, D. Fantinel, E. Giro; (altri Enti) G. Bonanno, P. Bruno, R. Cosentino e S. Scuderi, Paolo Conconi, Emilio Molinari
Finanziamenti: ASI-ARS 2001 e 2002

Si tratta dello strumento proposto all'Agenzia Spaziale Italiana nel settore tecnologie e finanziato come programma biennale (2001, 2002)ed ora al secondo anno di sviluppo. VISIR-C (Visual Infrared Controller) è un evaluation model (EM) di un controller universale per sensori bidimensionali per immagini e spettroscopia (CCD ed IR-FPA) che potranno essere usati in future missioni spaziali, sia per scopi scientifici che tecnologici. I principali punti di sviluppo di questo progetto sono due:

- mettere a disposizione di chi è coinvolto in missioni spaziali, un moderno sistema di controllo per sensori bidimensionali. Il controller, costruito e collaudato, sarà studiato per essere facilmente modificabile in relazione a specifiche esigenze
- fornire il necessario know-how a un certo numero di piccole-medie industrie, attualmente già coinvolte in progetti spaziali.

VISIR-C è quindi di particolare rilevanza per quelle missioni spaziali dove il sistema di acquisizione delle immagini è il componente essenziale per la riuscita del programma scientifico (monitoraggio terrestre, remote sensing, astronomia, planetologia). Di non secondario rilievo è anche la ricaduta tecnologica che il progetto può avere sull'industria italiana. Attualmente, almeno nel campo delle missioni scientifiche dove esiste una partecipazione italiana, non vi è un coinvolgimento dell'industria, o di altre istituzioni, nello studio e costruzione di controlli per rivelatori di piano focale. Questa situazione può risultare negativa per le ambizioni di quelle industrie che sono già operanti nello sviluppo di sistemi di rivelazione scientifica e che sarebbero, con minimo sforzo, in grado di estendere la professionalità acquisita anche a sistemi per lo spazio.
VISIR-C non è inteso come un sistema di volo, bensì come un sistema completamente operativo basato su standard spaziali e con componenti complessi (CPU, convertitori, etc.) aventi la corrispettiva versione qualificata per lo spazio o, quantomeno, intercambiabili. In questo modo il sistema sarà facilmente riconvertibile in un modello operativo per missioni spaziali. Da un punto di vista puramente tecnico ci proponiamo di centrare tre obiettivi principali nella costruzione di un sistema del tipo di VISIR-C:

- Il sistema dovrà essere in grado di lavorare sia con sensore di tipo CCD (visibile) che FPA (infrarosso);
- Il sistema dovrà essere in grado, più generalmente, di utilizzare sensori con integrazione numerica della carica (vedi i rivelatori FPA oppure i sensori con capacità di discriminazione dei singoli fotoeventi (3LCCD)
- Dovrà essere in grado di fornire una buona capacità di calcolo in linea con i dati. Questo punto è di particolare inportanza per applicazioni come compressione dati, dithering per sensori IR oppure integrazione numerica del segnale (vedi anche il punto precedente).

All'inizio del secondo anno di contratto ci troviamo con la prima versione del controller funzionante, con il software di gestione quasi terminato, con un array InSb (256 x 256 pixels) della Ditta Raytheon già in nostro possesso ed in procinto di terminare la campana criogenica per i test finali.

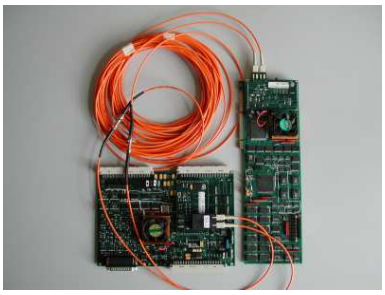

Figura 52: Sinistra: Campana da vuoto con cryocooler da 20 gradi Kelvin. Destra: Schede elettroniche principali del controller con link dati a fibra da 1.2 Gb.

5.4 Telescopi di Cima Ekar

5.4.1 Riqualificazione del Telescopio SCHMIDT 92-67

Ricercatori coinvolti: (OaPd) R. Claudi; (altri Enti) P. Bruno
Personale tecnico: E. Bozzato, G. Fant, G. Gianesini, L. Lessio, G. Martorana, M. Rebeschini, D. Strazzabosco

Nel marzo del 2002 è cominciata la prima fase dei lavori necessari alla completa automatizzazione del Telescopio Schmidt di cima Ekar. Le tematiche scientifiche guida del progetto sono: la scoperta e l'osservazione di asteroidi ed oggetti con orbite prossime a quella terrestre (NEOs, NEAs, etc.) e la ricerca di pianeti extrasolari con la tecnica fotometrica dei transiti.
I lavori svolti sono:
– sostituzione degli azionamenti obsoleti; software a basso livello per il controllo remoto del telescopio, chiusura del loop di posizione; tracking differenziale (Contratto BOTOM Srl);
– sostituzione della cablatura obsoleta e fuori norma del telescopio
– creazione della control room nel piano sottocupola
– scrittura della interfaccia utente per puntare il telescopio direttamente (impostando le coordinate) oppure selezionandole da un catalogo di osservazione pre-confezionato. L'interfaccia permette anche di agire sulle velocità di tracking di entrambe gli assi del telescopio e di azionare la cupola.
– inseguimento automatico della cupola
– implementazione dell'autoguida con software integrato nella interfaccia utente
– installazione della centralina metereologica per la misura e l'archiviazione dei seguenti dati:Temperatura esterna, umidità esterna, direzione e velocità del vento (le sonde sono installate in una stazione esterna a circa 100 m dal telescopio), Temperatura della cupola, temperatura dello specchio, temperatura della struttura, temperatura del liquido refrigerante del CCD, umidità interna, pressione atmosferica.
– progettazione, costruzione e movimentazione della ruota portafiltri
– progettazione e costruzione delle interfaccie meccaniche per le movimentazioni necessarie alle operazioni di focamento e rotazione del CCD e scrittura del software necessario al loro controllo.

I lavori si sono conclusi all'inizio di ottobre 2002. Altre importanti attività che chiuderebbero la prima fase, sono state rinviate a data da destinarsi a causa degli improvvisi tagli ai finanziamenti.

5.4.2 Telescopio 182cm

Ricercatori coinvolti: (OaPd) C. Pernechele (responsabile), D. Bettoni, R. Falomo, M. D'Alessandro
Personale tecnico: L. Chiomento, L. Contri, A. Frigo, L. Traverso, L. Rigoni, L. Lessio, G. Martorana, E. Giro, M. Rebeschini, D. Strazzabosco
Borsisti, personale a contratto: S. Desidera, A. Della Valle,

Nel corso del 2002 si è cercato da un lato di consolidare i risultati delle attività iniziate nel 2001, dall'altro di migliorare l'affidabilità degli strumenti montati al piano focale e le loro performaces. Come ogni hanno dal 1985 è stata stilata la statistica delle osservazioni. Nel 2002 la percentuale delle notti utilizzate è risultata nella media con 134 notti completamente utilizzate (34%) di cui il 53% con AFOSC ed il 43% con ECHELLE. In particolare sono stati svolti i seguenti interventi/miglioramenti:

- Telescopio 182cm. Durante il mese di Febbraio si è modificato il banco ottico che permette la ricerca della stella guida portando il campo utile della telecamera di guida a circa 3 primi d'arco ed una magnitudine limite pari a circa 17. Hanno partecipato attivamente al lavoro V. Chiomento, L. Traverso, A. Frigo, L. Rigoni, L. Lessio e G. Martorana.
- AFOSC. Il manuale dell'utente definitivo è stato rilasciato dall' Astronomo residente S. Desidera che ha concluso il suo secondo anno di attività. Inoltre coordinato da R. Falomo e D. Bettoni ha svolto l'attività di service observing e target of opportunity (TOO). Complessivamente durante il 2002 sono stati svolti 11 programmi in service e 4 di TOO.
- ECHELLE. Nel mese di Marzo è stato provato in cielo il chip Loral 2kx2k non assottigliato. L'alto numero di raggi cosmici ne ha sconsigliato l'uso. È stato richiesto all'INAF un detector più adatto da utilizzare con la nuova elettronica già collaudata. (M. D'Alessandro, E. Giro)
- VPH. Nel periodo Aprile/Dicembre C. Pernechele ed E. Giro hanno seguito il disegno, l'implementazione e il commissioning di cinque nuovi grism per AFOSC di nuova tecnologia in collaborazione con l'Osservatorio di Merate. Tali grism a risoluzione medio/alta (5000) sfruttano la diffrazione di Bragg all'interno di una gelatina

ad indice di rifrazione variabile. V. Chiomento, L. Traverso, A. Frigo, L. Lessio e M. Rebeschini hanno preparato gli alloggiamenti di tali grism per il loro montaggio all'interno dello spettrografo. S. Desidera ed A. Della Valle hanno seguito la loro caratterizzazione scientifica (non ancora terminata) e la preparazione di un atlante di lampade di calibrazione.

- Durante l'hanno, in collaborazione con il Politecnico di Milano e l'Osservatorio di Merate, si sono svolti i primi test al telescopio di un nuovo tipo di maschere fotocromiche da piano focale riscrivibili in tempo reale (E. Giro).
- Alluminature specchi. Durante l'anno sono stati alluminati lo specchio di 150 cm del telescopio di Loiano e lo specchio da 92 cm del telescopio Schmidt (L. Contri, A. Gianesini, D. Strazzabosco e M. Rebeschini)

6 DIDATTICA E DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA

Ricercatori coinvolti: (OaPd) L. Benacchio
Personale tecnico: L. Tomasella, C. Boccato
Borsisti, personale a contratto: M. Brolis, L. Nobili, F. Boschi

Nel 2002 è continuata, intensa, la attivit nel campo della divulgazione, didattica ed informazione sia nella sede di Padova, con il Progetto Prendi le stelle nella Rete! che in quella di Asiago. Inoltre in questo 2002 si è instaurata unottima collaborazione con il Master in divulgazione e giornalismo scientifico dellUniversità di Padova e 3 perfezionandi del master, tutti ovviamente laureati, hanno effettuato un periodo di studio di due mesi collaborando gratuitamente, per la loro tesi di perfezionamento, con il nostro settimanale Urania. Così anche è da notare come nel corso del 2002 siano state chieste, ed assegnate, 2 tesi di laurea in Astronomia riguardanti la Divulgazione ed una in Fisica riguardante la didattica dell'astrofisica. Molte, circa una diecina, le tesi di Specializzazione della SSIS di Venezia (la scuola di specializzazione ed abilitazione all'insegnamento interuniversitaria) riguardanti l'Astronomia e con referente interno allOsservatorio. Sempre nel campo della didattica va menzionato l'interesse dei Comuni di Padova, Venezia e Treviso ad avere attività, per le classi delle proprie scuole, derivate dal progetto Cielo!, svolto nel 2000, e corsi di aggiornamento per insegnanti del tipo completamente nuovo ovvero dal gruppo dellOsservatorio.

Questa situazione di crescenza notevole, testimoniata anche dall'attività di visite ad Asiago, porta ad una considerazione importante: nonostante la grossa mole di lavoro svolta e le collaborazioni esterne, non si riesce a soddisfare le richieste che provengono dal pubblico e dal mondo della scuola, sia a Padova che ad Asiago.

Nel seguito dividiamo, per comodità di esposizione, in 4 paragrafi la descrizione dellattività, ritenendo ovvio che fra le diverse "branchie" dell'attività c'è un continuo e importante scambio e sinergia in termini di esperienza e conoscenze.

Back
DIDATTICA E DIVULGAZIONE
Prendi le Stelle nella Rete! IL PORTALE DI ASTRONOMIA
ULTIME NOTIZIE DI ASTRONOMIA AGGIORNATE QUOTIDIANAMENTE!
NOTIZIARIO DI ASTRONOMIA URANIA: LE PRINCIPALI NOTIZIE DI ASTRONOMIA E ASTRONAUTICA IN REAL AUDIO
PER GLI INSEGNANTI POLARE.IT IL PRIMO SITO ITALIANO DI ASTRONOMIA TUTTO DEDICATO AGLI INSEGNANTI!
EAAE OSPITIAMO IL SITO WEB DELLA SEZIONE ITALIANA DELLA EUROPEAN ASSOCIATION FOR ASTRONOMY EDUCATION

Figura 53: La pagina web di Didattica e Divulgazione

6.1 Divulgazione

L'iniziativa più importante dellanno è senz'altro costituita dal progetto "Alla Scoperta del Cielo" (www.scopriticielo.it), finanziato su fondi del MIUR per la divulgazione. Si tratta di un approccio innovativo alla divulgazione in ambiente didattico, ovvero per le scuole. Partito nell'Ottobre 2002, terminato in aprile 2003, vede più di 450 classi coinvolte in tutto il territorio nazionale. È importante notare questo numero dato che iniziative molto pi "blasonate e ricche in termini di denaro, come ad esempio i progetti di Esa, Eso, Cern, raggiungono al massimo una ventina di scuole partecipanti. Dopo il successo di Altrimondi (www.altrimondi.net) conclusosi nell'Aprile del 2002, in cui si affrontava il tema della Vita nell'Universo, quest'anno si trattano, attraverso quattro tappe, i principali temi dell'Astrofisica: il Sistema Solare, le Stelle, la nostra Galassia, le galassie e l'Universo. Oltre 10.000 alunni dalla prima elementare alla terza media vengono raggiunte via posta elettronica e pagine Web dedicate. Agli insegnanti è dedicato uno spazio privilegiato di intervento e scambio di idee nel sito Polare.it. Alla scoperta del Cielo è stato anche segnalato dalla DGX di UE. La caratteristica più apprezzatala della iniziativa, dal punto di vista culturale, è stato il modo completamente innovativo di affrontare la materia e la immediata trasferibilità nelle classi dei contenuti e delle esperienze proposte.

Entra nell'osservatorio
Per iniziare le tue osservazioni, clicca sul tuo osservatorio
Osservatorio di Monte Verde
Osservatorio di Monte Rosa
Osservatorio di Monte Azzurro
Osservatorio di Monte Arancio

Figura 54: Il sito Web "Alla scoperta del cielo"

A Natale 2002 è stato realizzato il Sito Web/E-book "Il caso della Stella di Betlemme un giallo natalizio fra Scienza e Tradizione . Il sito Web è raggiungibile tramite il portale www.lestelle.net da cui si pu scaricare gratuitamente la versione in formato E-book. Realizzato in seguito ad una serie di conferenze il sito/e-book è risultato particolarmente gradito sia al pubblico generico che a quello scolastico.

Nel corso dell'anno abbiamo anche collaborato (supervisione scientifica) alla mostra "Destinazione Stelle, del Museo di Scienze Naturali di Trento che ha avuto un successo insperato di pubblico, soprattutto giovanile: 120.000 visitatori in 5 mesi, nonostante la sede di Trento sia piuttosto decentrata rispetto al bacino di utenza.

È continuata poi la collaborazione con "Pappapero la trasmissione per ragazzi di Radio24 - Il Sole 24ore che, nella trasmissione della domenica, dedica ogni due settimana uno spazio all'astronomia.

6.2 Informazione

La parte di informazione sull'Astronomia, ha visto continuare le due iniziative principali, molto costose in termini di lavoro, che hanno un buon successo di pubblico e rappresentano, nel caso di Urania, un unicum in Italia. Particolarmente importnte, e di soddisfazione, il fatto che molti giornalisti professionisti considerano oramai le nostre iniziative una fonte affidabile.

URANIA: il notiziario settimanale in streaming di Astronomia, Astrofisica e Astronautica (www.cieloblu.it). URANIA, attivo dal 2000, è proseguito nel 2002 con la realizzazione di più di 200 articoli corrispondenti a 50 edizioni settimanali del notiziario stesso, raggiungendo circa 10.000 utenti. Le notizie di Urania vengono trasmesse anche via Newsletter

Nel 2002 sono state realizzate 104 edizioni di "Cielo!", la newsletter di "Prendi le Stelle nella Rete!" Due volte alla settimana un aggiornamento costante sugli Eventi astronomici del mese (www.pd.astro.it/eventi), sulle novità del nostro Portale Web e sulle notizie di astrofisica e astronautica.

Urania viene finanziato in parte su fondi Miur per la divulgazione.

Figura 55: Il sito Web Starchild

6.3 Didattica

Polare.it, la sezione che si occupa di didattica dell'Astronomia in collaborazione con l'Aula Planetario del Comune di Bologna, ha visto crescere gli insegnanti corrispondenti, oramai a quota 500, implementato, in occasione dell'anno dedicato all'Handicap, una sezione di esperienze vissute nelle scuole su "Astronomia ed Handicap e pubblicato, sia in Rete che su carta l'ultimo manuale di Bioastronomia per i più piccoli (8/10 anni)

Nell'Autunno del 2002 il sito Web, in collaborazione con Nasa, dedicato ai più piccoli è stato completamente rinnovato. La nuova versione di Starchild (in www.lestelle.net) comprende immagini, video, giochi, test, sezioni dedicate alle domande dei bambini agli scienziati e altre dedicate agli insegnanti, con suggerimenti e attivit appositamente studiati per la programmazione didattica.

Inoltre, come già accennato, si è avuta una collaborazione coi Comuni di Padova, Venezia e Treviso per attivit nelle scuole e con gli insegnanti. Da citare infine la collaborazione con EAAE, lassociazione Europea per l'insegnamento dell'Astronomia e con INDIRE/BDP, l'Istituto di Firenze del MIUR per l'aggiornamento insegnati. Con INDIRE, da febbraio a Maggio, si è collaborato in un forum telematico per insegnanti in abilitazione che ha visto la partecipazione di oltre 42.000 insegnanti in tutta Italia. L'esperienza, decisamente pesantissima dal punto di vista lavorativo, è stata comunque molto interessante ed apprezzata dall'INDIRE stesso, che ha chiesto di ripeterla nel 2003 anche per l'Astronomia, che pure non è una materia curricolare nelle scuole italiane.

6.4 Attività presso la sede di Asiago

Molte le attività presso la nostra sede di Asiago, che possono riassumersi nei seguenti punti:

- Incontri di astronomia per le scuole: da ottobre a giugno quasi giornalmente la Sala Multimediale ha ospitato gruppi di studenti con i loro insegnanti. Negli incontri si è approfondito un argomento preventivamente concordato (evoluzione stellare, galassie, cosmologia, sistema solare, stagioni, costellazioni ...) in sintonia con il programma svolto in classe o al fine di fornire degli spunti per una successiva discussione. Al termine della lezione, tempo permettendo, i ragazzi hanno potuto effettuare osservazioni del Sole o dei pianeti con gli strumenti in dotazione alla Sala. Agli incontri hanno partecipato ragazzi delle scuole elementari (dalla terza classe), medie e superiori, provenienti da tutta Italia. Nel periodo gennaio-giugno e ottobre-dicembre 2002 gli studenti coinvolti sono stati mediamente 1000 al mese, per un totale di circa 8000 persone. A tutt'oggi non riusciamo a soddisfare le numerose richieste delle scuole interessate agli incontri.
- Incontri di astronomia estivi: da fine giugno a inizio settembre sono stati organizzati incontri giornalieri, di taglio pi divulgativo (con tema comete e stelle cadenti, costellazioni, la Luna ...), rivolti ai turisti presenti sull'Altopiano. Una buona parte si è svolta nelle ore serali per consentire losservazione del cielo ed il riconoscimento delle costellazioni. Nell'estate 2002 sono state registrate in totale circa 2300 persone.
- I corsi di astronomia: nel marzo 2002 sono stati organizzati, in collaborazione con la sezione asiaghese del Club Alpino Italiano, tre incontri serali di astronomia sul tema "Al di là della Via Lattea Hanno partecipato al ciclo 50 persone.
- La settimana scientifica: nel maggio 2002, nell'ambito della XII Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica organizzata dal MIUR, sono state organizzate due visite straordinarie al telescopio Copernico di Cima Ekar, al fine di far conoscere al grande pubblico le moderne modalità di osservazione scientifica del cielo.
- I mercoledì dellastronomia: nei mesi di luglio e agosto, con la partecipazione del Comune di Asiago e del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova, hanno avuto luogo presso la Sala del Grillo Parlante in Asiago le tradizionali conferenze estive rivolte ad un vasto pubblico. I relatori del 2002 sono stati i Profs. Fernando de Felice, Gianfranco De Zotti, Francesco Bertola, Roberto Rampazzo, Fabrizio Bignami.
- Stelle di Natale: nel periodo natalizio l'Osservatorio, in collaborazione con il Comune di Asiago, ha organizzato due incontri con il pubblico presso la Sala multimediale e una conferenza del Prof. Giuliano Romano con tema "L'astronomia del lontano passato, svolta nella Sala del Grillo Parlante di Asiago.

Figura 56: La Sala Multimediale in località Pennar ad Asiago

7 STORIA DELL'ASTRONOMIA E ATTIVITÀ MUSEALE

Figura 57: Quadrante mobile di George Adams, Londra, 1780 ca.

Il recupero, la valorizzazione, la tutela e la conservazione del patrimonio storico e storico-scientifico dell'Osservatorio Astronomico, hanno come base irrinunciabile una conoscenza critica di tale patrimonio, cosa che può essere conseguita solo attraverso una competente ricerca rivolta allo sviluppo storico dell'astronomia in generale e dell'Osservatorio in particolare. Tali premesse sono l'irrinunciabile presupposto dell'attività museale, che ha come scopo quello di portare a conoscenza di tutti - scuole di ogni ordine e grado, gruppi associativi, turisti in genere - un patrimonio che è della collettivitá. Non possiamo ignorare che proprio a Padova, con l'insegnamento e le rivoluzionarie scoperte astronomiche di Galileo, è nata la Nuova Astronomia, e che alla luce di tale eredità è doveroso approfondire e far conoscere, anche a livello internazionale, il contributo culturale apportato alla scienza astronomica sia dai predecessori che dai successori alla cattedra che fu di Galileo all'Università di Padova.

7.1 Profili biografici critici degli astronomi padovani

Ricercatori coinvolti: (OaPd) Luisa Pigatto
Personale tecnico: Valeria Zanini

La realizzazione di biografie degli astronomi padovani, e in generale dei docenti di astronomia all'Universit di Padova, fa parte di un vasto progetto nato nell'ambito della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali e fatto proprio dal Centro per la Storia dell'Università di Padova, che ha dato avvio ad una nuova serie nella prestigiosa collana dei "Contributi" alla Storia dellUniversità di Padova, chiamata appunto Profili Biografici. Finora sono usciti due volumi concernenti l'insegnamento di materie scientifiche, uno riguardante l'Ottocento stampato nel 1996, il secondo il Settecento, uscito nel 2002. Va sottolineato che il primo insegnamento scientifico nell'antica Università di Padova, fondata nel 1222, fu Ad astronomiam, cattedra che tenne Pietro d'Abano dal 1306 al 1315. Questo per sottolineare che nel progetto qui illustrato, gli astronomi e/o i docenti di astronomia sono presenti all'Università di Padova in tutti i secoli a partire dagli inizi del 300.

7.2 Il passaggio di Venere sul disco del Sole

Ricercatori coinvolti: (OaPd) L. Pigatto; (altri Enti) Maurizio Salmaso
Personale tecnico: V. Zanini

Alla General Assembly dell'IAU tenuta a Manchester nel 2000, al Business Meeting della Commissione 41 è stata adottata la seguente Risoluzione:
"Recognizing the historical importance of previous transits of Venus and the numerous transit of Venus expeditions mounted by various countries, and Noting the rarity of the upcoming transits in 2004 and 2012, Commission 41 Recommends that the sites of previous transit of Venus expeditions be inventoried, marked and preserved, as well as instrumentation and documents associated with these expeditions."
Allo scopo di portare avanti questa Risoluzione è stato organizzato un Working Group, e formato un comitato operativo così composto: Wayne Orchiston (Australia Chair), Steven Dick (USA), Alexander Gurshtein (Russia), Rajesh Kochhar (India) e Luisa Pigatto (Italy). Si sta preparando una bibliografia di tutti i rapporti riguardanti le missioni scientifiche per l'osservazione del passaggio di Venere del Settecento e dell'Ottocento, e uno studio sulle osservazioni fatte dagli astronomi Italiani nel passaggio del 1761.

7.3 Il Castel Vecchio di Padova e la sua trasformazione in Specola

Ricercatori coinvolti: (OaPd) L. Pigatto
Borsisti, personale a contratto: Alessandra Ferrighi

Lo scopo della ricerca consiste nella ricostruzione degli eventi architettonici che hanno coinvolto l'edificio della Specola dalle sue origini agli anni 40 del Novecento. Infatti la storia delle trasformazioni architettoniche della Specola è intimamente legata allo sviluppo della strumentazione scientifica che ha formato la base delle ricerche astronomiche svolte nell'Osservatorio padovano per quasi due secoli. Insieme con la catalogazione degli strumenti scientifici, indispensabile per la realizzazione del nuovo assetto espositivo del museo, questa ricerca va a colmare una lacuna, che renderà possibile il completamento del progetto editoriale riguardante la storia dell'Osservatorio Astronomico di Padova, fondato su rigorosi criteri storici e storico-scientifici. È stato realizzato un database, contenente tutto il materiale archivistico originale - manoscritti, disegni, foto d'epoca esistente presso gli Archivi di Stato di Padova, Venezia e Milano, Biblioteca del Museo Civico di Padova, Biblioteca del Museo Correr di Venezia, Archivio storico dell'Università di Padova, Archivio Storico dell'Osservatorio Astronomico di Padova.

7.4 Attività museali

Ricercatori coinvolti: (OaPd) L. Pigatto
Personale tecnico: V. Zanini (curatore)

L'anno 2002 ha visto un incremento delle visite scolastiche al Museo di più del doppio rispetto l'anno precedente, con prenotazioni da tutte le parti d'Italia. Sono state organizzate visite straordinarie per i partecipanti al Convegno internazionale sugli Ammassi Globulari organizzato dal Dipartimento e dall'Osservatorio. Si è aderito all'edizione 2002 dei "Notturni d'arte" del Comune di Padova con due appuntamenti, al 1° agosto e al 3 settembre, durante i quali si è realizzata la proiezione sulla Torre per rappresentarla nel suo aspetto medievale (Fig. 58). Per una visita "virtuale" del Museo, si veda www.pd.astro.it/museo-laspecola/.

Figura 58: Foto a cura di Antonello Satta

8 TELESCOPI DI CIMA EKAR

Ricercatori coinvolti: (OaPd) C. Pernechele (responsabile), D. Fantinel
Personale Tecnico: E. Giro
Borsisti, personale a contratto: S. Desidera

I telescopi dell'Osservatorio Astronomico di Padova siti nella sede di Cima Ekar (Asiago - VI) sono due:
1. Il telescopio Copernico.
2. Il telescopio a grande campo di tipo Schmidt.

Figura 59: Panorama di Cima Ekar

8.1 Il telescopio Copernico

Il telescopio denominato Copernico è del tipo Cassegrain aplanatico con rapporto focale f/9 e diametro dello specchio primario di 182 cm. Dal 1990 lo specchio secondario è dotato di movimentazione attiva su 5 assi (traslazioni su tre assi e rotazione su due). Dal 2000 esiste un sensore di fronte d'onda di tipo Shack Hartmann che permette il monitoraggio "on-line" dell'allineamento. L'alluminatura di entrambe gli specchi è fatta ogni due anni. Si possono montare al fuoco Cassegrain strumenti pesanti sino a 300 Kg. La cupola ha un diametro di 30 metri e viene mossa automaticamente durante l'inseguimento in cielo dell'oggetto. Il pointing viene fatto manualmente. La guida è automatica mediante l'utilizzo di un sistema ottico che guida su una stella di campo. Una guida differenziale per inseguire oggetti con moto proprio minore di 200 arcsec/hr è attualmente funzionante.
la scala del telescopio al fuoco cassegrain è di 12.6 arcsec/mm ed il seeing tipico del sito è di 2 arcsec.
Al fuoco Cassegrain (l'unico attualmente utilizzato, sebbene il telescopio sia dotato sia di un fuoco Coudè che di due fuochi Nasmith) sono disponibili due strumenti:

- AFOSC.

  Si tratta di una camera/spettrografo a medio-bassa risoluzione il cui acronimo è Asiago Faint Object Spectrograph and Camera. Tale strumento è molto versatile e possiede le seguenti caratteristiche tecniche:
  - Rivelatore: CCD 1kx1k con pixel quadro da 24 μm di lato.
  - Scala = 19.6 arcsec/mm con essenzialmente 3 modi osservativi:
  A) *imaging* su un campo di 8.1'x8.1' con campionamento di 0.47 arcsec/px.
  B) spettroscopia a bassa risoluzione (R <= 1000) nel visibile mediante utilizzo di grism.
  C) Spettroscpia a media risoluzione (R <= 5000) nel visibile mediante utilizzo di reticoli di volume olografici (VPHG), resi operativi nel 2002.

- ECHELLE.

  È uno strumento REOSC ad alta risoluzione (R=20000) dotato di sensore CCD 1k x 1k con pixel quadro da 24 μm di lato.

Il telescopio Copernico e la sua strumentazione viene utilizzato da una comunità internazionale per una grande varietà di programmi scientifici.

AFOSC viene utilizzato in maniera particolare per:

- Classificazione e monitoraggio di supernovae
- Fotometria di ammassi aperti
- Determinazione di curve di rotazione di galassie
- Classificazione di quasar e nuclei galattici attivi
- Studi di variabilità fotometrica, spettroscopica e polarimetrica di oggetti stellari di vario tipo e di nuclei galattici attivi.
- Classificazione spettrale di stelle di vario tipo
- Spettroscopia e polarimetria di asteroidi
- Messa a punto e test di strumentazione tecnologica di vario tipo

Lo spettrografo ad alta risoluzione ECHELLE è dedicato in particolare a:

- Osservazioni preparatorie per la missione GAIA
- Studio di stelle simbiotiche ed altri oggetti peculiari
- Misura di velocità radiali
- Studio della struttura delle nebulose planetarie

La flessibilità data dalle notti di service e da un'accorta politica di Target of Opportunity permettono studi accurati di oggetti come gamma ray burst, supernovae e altri tipi di oggetti di particolare interesse. Nel solo 2002 le osservazioni con il telescopio Copernico hanno prodotto 17 pubblicazioni su riviste con referee, 12 circolari IAU e 15 comunicazioni a congressi.

Per il futuro sono previsti l'acquisto di un nuovo CCD (2k x 2k, 15 μm px size, sensibile nell'UV) per lo strumento Echelle. In questo modo sarà possibile aumentare la risoluzione spettrale (attualmente pixel-limited) sino a 25000. Contemporaneamente si procederà al completamento dellautomazione del telescopio mediante chiusura del *loop* di posizione (ossia del puntamento, che attualmente è manuale).

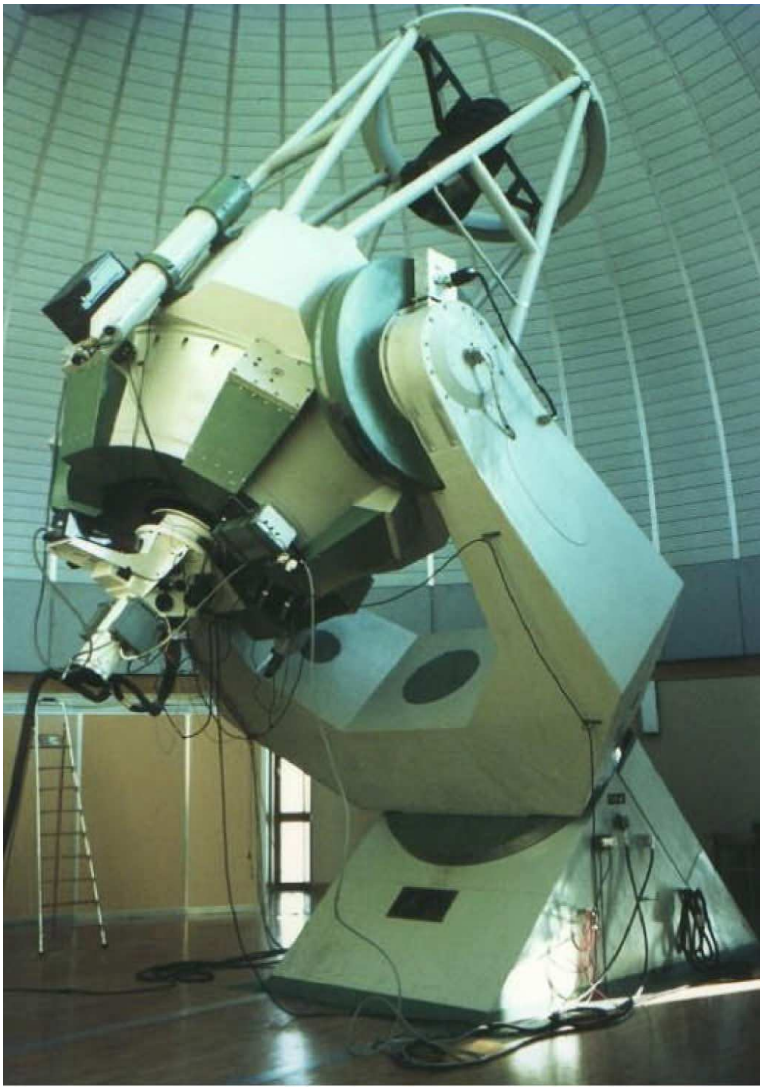

Figura 60: Il telescopio 182 cm di Cima Ekar

8.2 Il telescopio Schmidt

Il telescopio Schmidt possiede una lastra correttrice da 67 cm (UBK7) e specchio del diametro di 92 cm ed è alloggiato in un edificio con cupola girevole, prototipo in scala della cupola del TNG. Nel giugno del 2002 il telescopio è stato sottoposto ad una attività di aggiornamento (*refurbishment*), In questa fase si sono modificate tutte le movimentazioni relative al telescopio e le sue cablature (ormai fuori norma), la filosofia di controllo e l'equipaggiamento informatico, con l'implementazione del software a basso ed ad alto livello (User Interface) necessari e l'allestimento della control room nel sottocupola. Ora il telescopio punta in modo automatico (Loop chiuso sulle coordinate) un oggetto selezionato su un catalogo (importabile all'interno della User Interface) da un operatore che comanda il telescopio in modo remoto. La cupola ha un diametro di 9 metri e viene mossa automaticamente durante l'inseguimento in cielo dell'oggetto. L'operazione di apertura e chiusura portelloni è stata resa controllabile via software mentre l'operazione di inseguimento può essere compiuta in modo differenziale sia sull'asse orario che in declinazione.

Le principali tematiche scientifiche che attualmente vedono impegnato questo telescopio sono essenzialmente due:

- La scoperta e l'osservazione di oggetti in movimento (asteroidi, NEOS, NEAs, TNOs, KBOs, etc.). Le osservazioni sono state condotte dai mesi iniziali del 2001, fino al maggio del 2002 per un totale di circa 11 mesi. Sono riprese ad ottobre. Sono stati coperti 1320° quadrati di cielo, misurati 13372 posizioni ed effettuate 366 nuove designazioni e 194 nuove orbite. 1 nuovo oggetto numerato e scoperti 7 oggetti speciali (2 Mars crosser, 1 Hungaria, 1 Hilda, 3 Jovian Trojans). Questo programma è stato oggetto di due tesi di laurea in astronomia e di diverse comunicazioni a congressi.
- La scoperta di pianeti extrasolari con la tecnica fotometrica dei transiti come programma complementare alla survey ad alta risoluzione di velocità radiali in corso con il SARG al TNG. Per questo programma è necessaria la ruota portafiltri, non per la determinazione del transito stesso (il transito è acromatico) ma per la definizione della banda fotometrica e per avere un diagnostico che la eventuale variazione di magnitudine non sia dovuta alla attività stellare.

  Per il futuro è prevista la seconda fase dei lavori che prevede l'implementazione di una guida automatica e l'ampliamento del software sia a basso che ad alto livello (Scheduler) allo scopo di portare il telescopio ad operare senza operatore in sito.

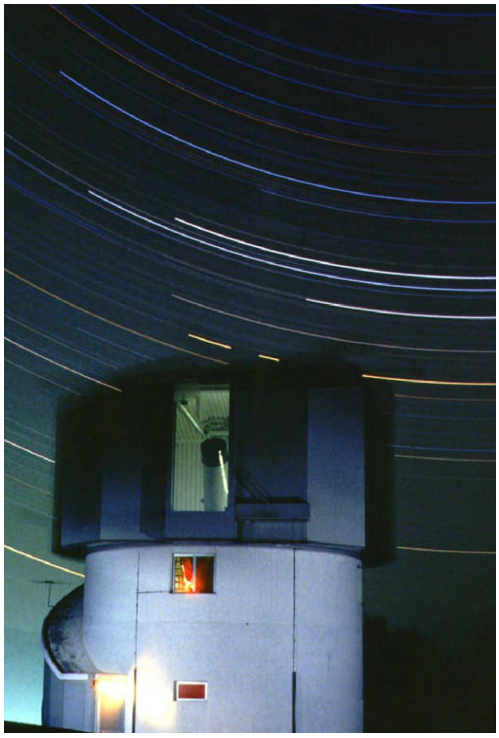

Figura 61: Il telescopio Schmidt 67/92 di Cima Ekar

9 COLLABORAZIONI

COLLABORAZIONI NAZIONALI

Dipartimento di Astronomia, Università di Padova
Dipartimento di Fisica, Università di Padova
Dipartimento di Geologia, Università di Padova
Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Università di Padova
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova
Dipartimento Architettura Urbanistica Rilevamento, Università di Padova.
Dipartimento di Fisica, Università di Torino
Dipartimento di Astronomia, Università di Bologna
Istituto di Astrofisica Spaziale, CNR, Bologna
Istituto di Radioastronomia, CNR, Bologna
Dipartimento di Fisica, Università di Roma 3
Università dell'Insubria, Como
Dipartimento di Fisica, Università di Milano
International School for Advanced Studies, Trieste
Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica, CNR, Roma
Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario, CNR, Roma
International School of Planetary Sciences, Pescara
Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma
Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Parma
Istituto Nazionale di Astrofisica: tutti gli altri Osservatori Astronomici

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

Europa
Department of Theoretical Physics and Geophysics, University of Kosice, Slovakia
Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Tatranska Lomnica, Slovakia
Università di Innsbruck, Austria
Department of Physics, University of Ljubljana, Slovenia
IMAFF, Madrid, Spagna
IAA, Granada, Spagna
Observatorio Astronomico Nacional-OAN, Madrid, Spagna
Centro Galileo Galilei, Canarie, Spagna
Instituto de Astrofisica de Canarias, Spagna
Faculdade de Ciências de Universidade de Lisboa, Portogallo
IAP, Parigi, Francia
Observatoire de Meudon, Francia
Università di Marsiglia, Francia
Observatoire Astronomique de Marseille, Francia
Institut für Astronomie, Universität Wien, Austria
Sterrewacht Leiden, Olanda
Kaptein Astronomical Institute, Olanda
Copenhagen Astronomical Observatory, Danimarca
Universität Aarhus, Danimarca
MPIA, Heidelberg, Germania
Max Planck Institute, Monaco, Germania
DLR, Berlino, Germania
Univeritäts Sternwarte, Monaco, Germania
Univeritäts Sternwarte, Göttingen, Germania
Sternwarte Bonn, Germania
Hamburger Sternwarte, Hamburg, Germania
ESO, Monaco, Germania
Astrophysikalisches Institut, Potsdam, Germania
Technical University, Zurigo, Svizzera

Imperial College, Londra, Inghilterra
Mullard Space Science Laboratory, Londra, Inghilterra
Institute of Astronomy, Cambridge, Inghilterra
University of Sussex, Inghilterra
Durham University, Inghilterra
Astronomy Technology Center, Edimburgo, Inghilterra
Turku Observatory, Finlandia
Accademy of Sciences, Sofia, Bulgaria
Nicolaus Copernicus University, Torun, Polonia
Sternbergh Astronomical Institute, Mosca, Russia
Crimean Astrophysical Observatory, Ucraina
Osservatorio Astrofisico, Byurakan, Armenia

Nord America
Department of Physics and Astronomy, Tuscaloosa, University of Alabama, USA
Space Telescope Science Institute, Baltimore, USA
Carnegie Observatories, USA
UCLA, University of California, USA
University of Austin, Texas, USA
McDonald Observatory, Texas, USA
Boston University, USA
JPL, Pasadena, California, USA
LPL, Tucson, USA
StScI, Baltimore, USA
US Naval Observatory, Flagstaff, Arizona, USA
Arizona State University, Tempe, Arizona, USA
Southwest Research Institute, Boulder, Colorado, USA
RAO, University of Calgary, Canada
Dominion Astrophysical Observatory, Canada

Sud America
ESO, Santiago, Cile
Università Catolica de Santiago de Chile, Cile
INAOE, Puebla, Messico
UNAM, Messico
San Pedro Martir, Messico
Universidade Estadual de Santa Cruz Ilheus Bahia, Brasile
Observatorio Nacional-MCT, Rio de Janeiro, Brasile

Australia
University of New South Wales, Sydney
Anglo-Australian Observatory, Coonabarabran, Australia

Asia
Gumna Astronomical Observatory, Giappone
National Astronomical Observatory, Tokio, Giappone
Beijin Astronomical Observatory, Cina

Africa
South African Astronomical Observatory, Cape Town, Sud Africa

10 ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI

Riviste con referee (lavori pubblicati) [1]

(1) C. Baccigalupi, A. Balbi, S. Matarrese, F. Perrotta, N. Vittorio (2002), *Constraints on flat cosmologies with tracking Quintessence from Cosmic Microwave Background observations*, Phys. Rev. D 65 063529

(2) M. Barbieri, R.G. Gratton (2002), *Galactic Orbits of Stars with Planets*, A&A, **384**, 879

(3) M. Bartelmann, F. Perrotta, C. Baccigalupi (2002), *Halo Concentrations and Weak-Lensing Number Counts in Dark Energy Cosmologies*, A&A, **396**, 21

(4) S. Benetti, D. Branch, M. Turatto, E. Cappellaro, E. Baron, L. Zampieri, M. Della Valle, A. Pastorello (2002), *The exceptionally bright Type Ib supernova 1991D*, MNRAS, **336**, 91

(5) P. Bonifacio, L. Pasquini, F. Spite, A. Bragaglia, E. Carretta, V. Castellani, M. Centuri, A. Chieffi, R. Claudi, G. Clementini, F. D'Antona, S. Desidera, P. François, R.G. Gratton, F. Grundahl, G. James, S. Lucatello, C. Sneden, O. Straniero (2002), *The lithium content of the globular cluste r NGC 6397*, A&A, **390**, 91

(6) D. Branch, S. Benetti, D. Kasen, E. Baron, D.J. Jeffery, K. Hatano, R.A. Stathakis, A.V. Filippenko, T. Matheson, A. Pastorello, G. Altavilla, E. Cappellaro, L. Rizzi, M. Turatto, Weidong Li, D.C. Leonard, J.C. Shields (2002), *Direct analysis of spectra of Type Ib Supernovae*, ApJ, **566**, 1005

(7) A. Bressan, L. Silva, & G. L. Granato (2002), *Far infrared and radio emission in dusty starburst galaxies*, A&A, **392**, 377

(8) A. Bressan, M. Della Valle, & P. Marziani 2002, *On core-collapse supernovae in normal and in Seyfert galaxies*,MNRAS,**331**, L25

(9) A.Carbognani, G.Cremonese (2002), *Excitation and Ionization of Sodium in Meteoroid Impacts on the Moon*, A&A, **394**, 723.

(10) E. Carretta, R.G. Gratton, J.G. Cohen, T.C. Beers, N. Christlieb (2002), *Stellar Archaeology: a Keck Pilot program on extremely metal-poor stars from the Hamburg/ESO Survey. II Abundance analysis*, AJ, **124**, 481

(11) D. Carter, B. Mobasher, T.J. Bridges, B.M. Poggianti, Y. Komiyama, N. Kashikawa, M. Doi, M. Iye, S. Okamura, M. Sekiguchi et al. (2002), *A Photometric and Spectroscopic Study of Dwarf and Giant Galaxies in the Coma Cluster. V. Dependence of the Spectroscopic Properties on Location in the Cluster*, ApJ, **567**, 772

(12) J.G. Cohen, N. Christlieb, T.C. Beers, R.G. Gratton, E. Carretta (2002), *Stellar Archaeology: a Keck Pilot program on extremely metal-poor stars from the Hamburg/ESO Survey. I Stellar parameters*, AJ, **124**, 470

(13) G.Cremonese, W.F.Huebner, H.Rauer, D.C.Boice (2002), *Neutral sodium tails in comets*, Adv.Space Res., **29**, 1187.

(14) G.Cremonese, F.Marzari, C.Burigana, M.Maris (2002), *Asteroid detection at millimetric wavelengths with the* Planck *survey*, New Astronomy, **7**, 483.

(15) M.M. Crone, R.E. Schulte-Ladbeck, L. Greggio, U. Hopp (2002), *The Star Formation History of the Blue Compact Dwarf Galaxy UGCA 290*, ApJ, **567**, 258

(16) D. Dallacasa, R. Falomo, C. Stanghellini (2002), *Optical identifications of High Frequency Peackers*, A&A, **382**, 53.

(17) F. D'Antona, V. Caloi, J. Montalban, P. Ventura, R. Gratton (2002), *Helium variation due to self-pollution among Globular Cluster stars: Consequences on the horizontal branch morphology*, A&A, **395**, 69

(18) E. Di Carlo, F. Massi, G. Valentini, A. Di Paola, F. D'Alessio, E. Brocato, D. Guidobaldi, M. Dolci, F. Pedichini, R. Speziali, G. Li Causi, A. Caratti, E. Cappellaro, M. Turatto, A.A. Arkharov, Y. Gnedin, V.M. Larionov, S. Benetti, A. Pastorello, I. Aretxaga, V. Chavushyan, O. Vega, I.J. Danziger, A. Tornambè (2002), *Optical and infrared observations of the supernova SN 1999el*, ApJ, **573**, 144

(19) L. Di Fabrizio, G. Clementini, M. Marconi, E. Carretta, I.I. Ivans, A. Bragaglia, S. Di Tomaso, R. Merighi, H.A. Smith, C. Sneden, M. Tosi (2002), *Anomalous RR Lyrae stars (?): CM Leonis*, MNRAS, **336**, 841

(20) D. Domingue, J.W. Sulentic, C. Xu, J. Mazzarella, Y. Gao, R. Rampazzo (2003), *Multiwavelength Insights into Mixed Morphology Binary Galaxies. I. ISOCAM, ISOPHOT and Hα imaging*, AJ, **125**, 555

(21) I.O. Drozdovsky, R.E. Schulte-Ladbeck, U. Hopp, L. Greggio, M.M. Crone (2002), *The Dwarf Irregular/Wolf-Rayet Galaxy NGC 4214. I. A New Distance, Stellar Content, and Global Parameters*, AJ, **124**, 811

[1] Gli autori sottolineati sono personale di OaPd

(22) P.-A. Duc, B.M. Poggianti, D. Fadda, D. Elbaz, H. Flores, P. Chanial, A. Franceschini, A. Moorwood, C. Cesarsky (2002), *Hidden star-formation in the cluster of galaxies Abell 1689*, A&A, **382**, 60

(23) P.-A. Duc, P.B. Hall, D. Fadda, P. Chanial, D. Elbaz, P. Monaco, E. Pompei, B.M. Poggianti, H. Flores, A. Franceschini et al. (2002), *An unusual iron Lo-BAL quasar detected by ISOCAM*, A&A, **389**, L47

(24) S.A. Edwards, M. Colless, T.J. Bridges, D. Carter, B. Mobasher, B.M. Poggianti (2002), *Substructure in the Coma Cluster: Giants versus Dwarfs*, ApJ, **567**, 178

(25) A. Elmhamdi, I.J. Danziger, N. Chugai, A. Pastorello, M. Turatto, E. Cappellaro,G. Altavilla, S. Benetti, F. Patat, M. Salvo (2002), *Photometry and Spectroscopy of the Type IIP SN 1999em from Outburst to Dust Formation*, MNRAS,**338**, 939

(26) R. Falomo, J. Kotilainen, A. Treves (2002), *The black hole mass of BL Lacs from the stellar velocity dispersion of the host galaxy*, ApJ, **569**, L35.

(27) G. Fasano, D. Bettoni, M. D'onofrio, P. Kiærgaard e M. Moles (2002), *The scaling relations of early-type galaxies in clusters: I. surphace photometry in seven nearby clusters*, A&A, **387**, 26

(28) F.R. Ferraro, E. Sabbi, R. Gratton, A. Possenti, N. D'Amico, A. Bragaglia, F. Camilo (2003), *Accurate Mass Ratio and Heating Effect in the Dual-line Millisecond Binary Pulsar in NGC 6397*, ApJ, **584**, L13

(29) M. Fiorucci, U. Munari (2002),*Design of the GAIA Photometric System*, Ap&SS, **280**, 77

(30) A. Franceschini, D. Fadda, C. J. Cesarsky, D. Elbaz, H. Flores, G. L. Granato (2002), *Infrared Space Observatory Investigates the Nature of Extremely Red Hard X-Ray Sources Responsible for the X-Ray Background*, ApJ, **568**, 470

(31) J-L. Gach, O. Hernandez, J. Boulesteix, P. Amram P, O. Boissin, C. Carignan, O. Garrido, M. Marcelin, G. Oslin, H. Plana, R. Rampazzo (2002), *Fabry-Perot observations using a new GaAs Photon counting system*, PASP, **114**, 1043

(32) L. Girardi, G. Bertelli, A. Bressan, C. Chiosi, M. A. T. Groenewegen, P. Marigo, B. Salasnich, & A. Weiss (2002), *Theoretical isochrones in several photometric systems. I. Johnson-Cousins-Glass, HST/WFPC2, HST/NICMOS, Washington, and ESO Imaging Survey filter sets*, A&A, **391**, 195

(33) R.G. Gratton, G. Bonanno, P. Bruno, A. Cali', R. Claudi, R. Cosentino, S. Desidera, F. Diego, G. Farisato, G. Martorana, M. Rebeschini, S. Scuderi (2002), *SARG: The High Resolution Spectrograph of TNG*, Experimental Astronomy, **12**, 107

(34) C. Gruppioni, C. Lari, F. Pozzi, G. Zamorani, A. Franceschini, S. Oliver, M. Rowan-Robinson, S. Serjeant (2002), *A New Method for ISOCAM Data Reduction – II. Mid-Infrared Extragalactic Source Counts in the Southern ELAIS Fields*, MNRAS, **335**, 831

(35) T. Iijima (2002), *An approach for mass transfer in detached symbiotic binary systems*, New Astronomy, **7**, 1471

(36) T. Iijima (2002), *The spectrum of the recurrent Nova U Scorpii during the 1999 outburst*, A&A, **387**, 10131

(37) T. Iijima (2002), *MWC 560: an SS 433 type object with a white dwarf*, A&A, **391**, 6171

(38) G.L. Israel, W.Hummel, S. Covino, S. Campana, I. Appenzeller, W. Glässler, K.-H. Mantel, G. Marconi, C.W. Mauche, U. Munari, I. Negueruela, H. Nicklas, G. Rupprecht, R.L. Smart, O. Stahl, L. Stella (2002), *RX J0806.3+1527: A double degenerate binary with the shortest known orbital period (321s)*, A&A, **386**, L13

(39) Y. Komiyama, M. Sekiguchi, N. Kashikawa, M. Yagi, M. Doi, M. Iye, S. Okamura, K. Shimasaku, N. Yasuda, B. Mobasher, D. Carter, T.J. Bridges, B.M. Poggianti (2002), *A Photometric and Spectroscopic Study of Dwarf and Giant Galaxies in the Coma Cluster. I. Wide-Area Photometric Survey: Observation and Data Analysis*, ApJS, **138**, 265

(40) Y. Krongold, D. Dultzin-Hacyan, P. Marziani (2002), *The Circumgalactic Environment of Bright IRAS Galaxies*, ApJ, **572**, 169

(41) D. Maino, A. Farusi, C. Baccigalupi, F. Perrotta, L. Bedini, A.J. Banday, C. Burigana, G. De Zotti, K.M. Gòrski, E. Salerno (2002), *All-sky astrophysical component separation with Fast Independent Component Analysis (FastICA)*, MNRAS, **334**, 53

(42) R. Mann, S. Oliver, R. Carballo, A. Franceschini, M. Rowan-Robinson, A. F. Heavens, M. Kontizas, D. Elbaz, A. Dapergolas, E. Kontizas, G. L. Granato, L. Silva, D. Rigopoulou, J. I. Gonzalez-Serrano, A. Verma, S. Serjeant, A. Efstathiou, & P. P. van der Werf (2002),*Observations of the Hubble Deep Field South with the Infrared Space Observatory - II. Associations and star formation rates*, MNRAS, **332**, 549

(43) I. Marquez, J. Masegosa, M. Moles, J. Varela, D. Bettoni e G. Galletta (2002), *Rotation curves and metallicity gradients from HII regions in spiral galaxies*, A&A, **393**, 389

(44) I. Matute, F. La Franca, F. Pozzi, C. Gruppioni, C. Lari, G. Zamorani, L. Danese, S. Oliver, S. Serjeant, M. Rowan-Robinson (2002), *The Evolution of type 1 AGN in the IR (15micron). The view from ELAIS-S1*, MNRAS, **332**, L11

(45) P.A. Mazzali,J. Deng, K. Maeda,K. Nomoto, H. Umeda, K. Hatano,K. Iwamoto, Y. Yoshim, Y. Kobayashi, T. Minezaki, M. Doi, K. Enya, T. Tomita, S.J. Smartt, K. Kinagasa, H. Kawakita, K. Ayani, T. Kawabata, H. Yamaoka, Y.L. Qiu, K. Motohara,C.L. Gerardy, R. Fesen, T. Kawabata, M. Iye, N. Kashikawa, G. Kosugi, Y. Ohyama, M. Takada-Hidai, G. Zhao, R. Chornock, A.V. Filippenko,Benetti, M. Turatto, M. (2002), *The TypeIc Supernovae SN2002ap*, ApJL, **572**, L61

(46) D. Mesa, C. Baccigalupi, G. De Zotti, L. Gregorini, K.-H. Mack, M. Vigotti, U. Klein (2002), *Polarization Properties of Extragalactic Radio Sources and Their Contribution to Microwave Polarization Fluctuations*, A&A, **396**, 463

(47) N.R. Mohan, A. Cimatti, H.J.A. Röttgering, P. Andreani P. Severgnini, R.P.J. Tilanus, C.L. Carilli, S.A. Stanford (2002), *Search for sub-mm, mm and radio continuum emission from Extremely Red Objects*, A&A,**383**, 440

(48) Y. Momany, E.V. Held, I. Saviane, L. Rizzi (2002), *The Sagittarius dwarf irregular galaxy: metallicity and stellar populations*, A&A, **384**, 393

(49) L. Moscardini, M. Bartelmann, S. Matarrese, P. Andreani (2002), *Predicting the clustering properties of galaxy clusters detectable for the Planck satellite* , MNRAS, **339**, 984

(50) U. Munari, A. Henden, S. Kiyota, D. Laney, F. Marang, T. Zwitter, R.L.M. Corradi, S. Desidera, P.M. Marrese, E. Giro, F. Boschi, M.B. Schwartz (2002), *The mysterious eruption of V838 Mon*, A&A, **389**, 51

(51) U. Munari, R. Jurdana-Šepič (2002), *Symbiotic stars on Asiago archive plates. II*, A&A, **386**, 237

(52) Y.K. Ng, E. Brogt, C. Chiosi, G. Bertelli (2002), *Automatic observation rendering (AMORE). I. On a synthetic stellar population's colour-magnitude diagram*, A&A **392**, 1129

(53) S. Oliver, R. G. Mann, R. Carballo, A. Franceschini, M. Rowan-Robinson, M. Kontizas, A. Dapergolas, E. Kontizas, A. Verma, D. Elbaz, G. L. Granato, L. Silva, D. Rigopoulou, J. I. Gonzalez-Serrano, S. Serjeant, A. Efstathiou, & P. P. van der Werf (2002),*Observations of the Hubble Deep Field South with the Infrared Space Observatory - I. Observations, data reduction and mid-infrared source counts*, MNRAS, **332**, 536

(54) Š. Parimucha, D. Chochol, T. Pribulla, L.M. Buson, A.A. Vittone (2002), *Multiwavelength Evidence for a 15-year Periodic Activity in the Symbiotic Nova V1016 Cygni*, A&A, **391**, 999

(55) A. Pastorello, M. Turatto, S. Benetti, E. Cappellaro, I.J. Danziger, P.A. Mazzali, F. Patat, A.V. Filippenko, D.J. Schlegel, T. Matheson (2002), *The type IIn SN 1995G: Interaction with the Circumstellar Medium*, MNRAS, **333**, 27

(56) C. Pernechele, S. Berta, A. Marconi, A. Bressan, C. Bonoli, A. Franceschini, J. Fritz, E. Giro, (2002), *Spectro-polarimetric search for hidden AGNs in four southern ultraluminous infrared galaxies*, MNRAS, **338**, L13–L17

(57) F. Perrotta, C. Baccigalupi (2002), *On the Dark Energy clustering properties*, Phys. Rev. D 65, 123505

(58) F. Perrotta, C. Baccigalupi, C. Bartelmann, G. De Zotti, G.L. Granato (2002), *Gravitational lensing of extended high-redshift sources by dark matter haloes*, MNRAS, **329**, 445

(59) E. Pian, R. Falomo, Hartman et al. (2002), *Broad-band continuum and line emission of the gamma-ray blazar PKS 0537-441*, A&A, **392**, 407. (60) L. Pigatto (2002), *Gian Alberto Colombo*, in *Professori e scienziati a Padova nel Settecento*, 'Contributi del Centro per la Storia dell'Università di Padova", Profili Biografici **3**, Treviso, Antiglia ed., 85.

(61) L. Pigatto (2002), *Giuseppe Toaldo*, in *Professori e scienziati a Padova nel Settecento*, 'Contributi del Centro per la Storia dell'Università di Padova, Profili Biografici **3**, Treviso, Antiglia ed., 101.

(62) L. Pigatto (2002), *Tycho Brahe and the Republic of Venice: a failed project*), in *Tycho Brahe and Prague: Crossroads of European Science*, John Robert Christianson, Alena Hadravova, Petr Hadrava and Martin Solc eds., Wolfang R. Dick and Jurgen Hamel general eds., Acta Historica Astronomiae, **Vol. 16**, Verlag Harri Deutsch, 187.

(63) L. Pigatto, V. Zanini (2002), *Giambattista Rodella*, in *Professori e scienziati a Padova nel Settecento*, 'Contributi del Centro per la Storia dell'Università di Padova, Profili Biografici **3**, Treviso, Antiglia ed., 671.

(64) L. Pigatto, V. Zanini (2002), *Opposition of Eros (433) of 1900-01 and the contribution of Padova Observatory to solar parallax determination*, JAHH, **10**, 123.

(65) P. Platania, C. Burigana, G. De Zotti, E. Lazzaro, M. Bersanelli (2002), *Sunyaev-Zeldovich Effect from Quasar-driven Blast-waves*, MNRAS, **337**, 242

(66) T.H. Puzia, R.P. Saglia, M. Kissler-Patig, C. Maraston, L. Greggio, A. Renzini, S. Ortolani (2002), *Integrated spectroscopy of bulge globular clusters and fields. I. The data base and comparison of individual Lick indices in clusters and bulge*, A&A, **395**, 45

(67) I. Saviane, L. Rizzi, E.V. Held, F. Bresolin, Y. Momany (2002), *New abundance measurements in UKS 1927-177, a very metal-poor galaxy in the Local Group*, A&A, **390**, 59

(68) R. Scarpa, F. Govoni, R. Falomo, G. Fasano (2002), *Optical properties of low redshift radio galaxies*, New Astronomy Reviews, **46**, 353

(69) R.E. Schulte-Ladbeck, U. Hopp, I.O. Drozdovsky, L. Greggio, M.M. Crone (2002), *The Oldest Stars of the Extremely Metal-Poor Local Group Dwarf Irregular Galaxy Leo A*, AJ, **124**, 896

(70) S. Serjeant, C. Gruppioni, S. Oliver (2002), *The local star formation rate and radio luminosity density*, MNRAS, **330**, 621

(71) L. Spinoglio, P. Andreani, M.A. Malkan (2002), *The far-IR Energy Distributions of Seyfert and Starburst Galaxies...*, ApJ,**572**, 105

(72) J. W. Sulentic, P. Marziani, R. Zamanov, R. Bachev, M. Calvani, D. Dultzin-Hacyan (2002), *Average Quasar Spectra in the Context of Eigenvector 1*, ApJ, **566**, L71

(73) M. Turatto, E. Cappellaro, R. Ragazzoni, S. Benetti, F. Sabbadin (2002), *The 3-D ionization structure of the Planetary Nebula NGC 6565*, A&A, **384**, 1062

(74) P. Väisänen, S. Serjeant, S. Oliver, T. Morel, T. Sumner, H. Crockett, C. Gruppioni, E.V. Tollestrup (2002), *Near and Mid-Infrared Colours of Star-Forming Galaxies in the European Large Area ISO Survey Fields*, MNRAS, **337**, 1043

(75) R. Vio, P. Andreani, L. Tenorio and W. Wamsteker (2002), *Numerical Simulation of Non-Gaussian Random Fields with Prescribed Marginal Distributions and Cross-Correlation Structure II: Multivariate Random Fields*, PASP, **114**, 1281

(76) R. Zamanov,P. Marziani (2002), *Searching for the Physical Drivers of Eigenvector 1: From Quasars to Nanoquasars*, ApJ,**571**, L77

(77) R. Zamanov, R., P. Marziani, J. W. Sulentic, M. Calvani, D. Dultzin-Hacyan, R. Bachev (2002), *Kinematic Linkage between the Broad- and Narrow-Line-emitting Gas in Active Galactic Nuclei*, ApJ, **576**, L9

(78) L. Zampieri, A. Pastorello,M. Turatto, E. Cappellaro, S. Benetti, G. Altavilla, P. Mazzali, M. Hamuy (2002), *Peculiar, Low Luminosity Type II Supernovae: Low Energy Explosions in Massive progenitors?*, MNRAS, **338**, 711

(79) V. Zanini (2002), *Giovanni Graziani*, in *Professori e scienziati a Padova nel Settecento*, 'Contributi del Centro per la Storia dell'Università di Padova, Profili Biografici **3**, Treviso, Antiglia ed., 161.

(80) V. Zanini (2002), *Antonio Cagnoli*, in *Professori e scienziati a Padova nel Settecento*, 'Contributi del Centro per la Storia dell'Università di Padova, Profili Biografici **3**, Treviso, Antiglia ed., 613.

Rapporti invitati a congressi (pubblicati)

(81) C. Baccigalupi, G. De Zotti, C. Burigana, F. Perrotta (2002), *Polarized foregrounds power spectra vs CMB*, proc. int. workshop "Astrophysical Polarized Backgrounds", S. Cecchini, S. Cortiglioni, R. Sault, and C. Sbarra eds., AIP conf. proc. Vol. 609, p. 84

(82) A. Bressan (2002), *Recent star formation in galaxies*, in "New quests in stellar astrophysics: the link between stars and cosmology", Edited by Miguel Chavez, Alessandro Bressan, Alberto Buzzoni, and Divakara Mayya. Astrophysics and space science library, P. 159, Vol. 274. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

(83) G.Cremonese (2002), *Exospheres of Earth-like planets and Moons*, ESLAB36: Earth-like Planets and Moons, ESA Estec, ESA SP-514 October 2002

(84) G. De Zotti (2002), *Workshop summary and the future*, proc. int. workshop "Astrophysical Polarized Backgrounds", S. Cecchini, S. Cortiglioni, R. Sault, and C. Sbarra eds., AIP conf. proc. Vol. 609, p. 295

(85) L. Zampieri (2002), *Black Hole Formation in Supernovae: Prospects of Unveiling Fallback Emission*, in Proceedings of the XIV Congress on General Relativity and Gravitational Physics, "Recent Developments in General Relativity, Genoa 2000", Cianci, R., Collina, R., Francaviglia, M., Frè, P. Eds., Springer, p. 301

Pubblicazioni tecnologiche e proposte strumentazione

(86) *GATITO. A new perspective for narrow band imaging at TNG*, (2002), Studio di fattibilità. Ricercatori OAPd coinvolti: C. Bonoli, E. Giro.

(87) *JWST-MIRI. An Italian participation to the JWST instrumentation*, (2002), In risposta alla call ASI per nuovi progetti. Ricercatori OAPd coinvolti: C. Bonoli, F. Bortoletto, De Zotti, D. Magrin, C. Pernechele.

(88) *JWST-MIRI. Phase A study final report*, (2002), ESA, Noordwijk. Ricercatori OAPd coinvolti: C. Bonoli, F. Bortoletto, C. Pernechele.

(89) *JWST-MIRI. Cost schedule and consortium management report for phases B-C-D*, (2002), ESA, Noordwijk. Ricercatori OAPd coinvolti: C. Bonoli, F. Bortoletto, C. Pernechele.

(90) *SKIN - A NIR imager/spectrograph for TNG*, (2002), In risposta al bando INAF "Bando per nuova strumentazione per il Telescopio Nazionale Galileo" Ricercatori OAPd coinvolti: C. Bonoli, F. Bortoletto, M. D'Alessandro, E. Giro, C. Pernechele, D. Magrin

Rapporti tecnici, Rapporti Interni

(91) R.U Claudi, E. Bozzato, P. Bruno, G. Fant, G. Martorana, G.Pignata, M. Rebeschini, A. Rigoni (2002), Document Schmidt 003

(92) R.U Claudi, E. Bozzato, G. Martorana, G.Pignata, M. Rebeschini,D. Strazzabosco (2002), Document Schmidt 004

(93) R.U. Claudi, G. Pignata, D. Strazzabosco, G. Bonanno, M. Belluso, P. Bruno, A. Cal, R. Cosentino, M.C. Timpanaro, S. Scuderi (2002), *Characterization of the 67/90 Schmidt Telescope CCD*, Padova and Asiago Observatories Technical Report n 19

(94) A. Vallenari, G. Bertelli (2002), *Simulating the sky for GAIA: discussing the Galactic absorption model*, GAIA RVS Working Group Internal Report RVSWG_AV_04

Comunicazioni a congressi, altre riviste, circolari IAU

(95) G. Altavilla, S. Benetti, A. Pastorello, M. Riello, M. Turatto, L. Zampieri, E. Cappellaro, A. Clocchiatti, G. Contreras, I.J. Danziger, P. Mazzali, F. Patat *Supernovae 2002cl, 2002cm, 2002cn, 2002co* IAUC 7885

(96) G. Altavilla, S. Benetti, A. Pastorello, M. Riello, M. Turatto, L. Zampieri, E. Cappellaro, A. Clocchiatti, C. Contreras, I.J. Danziger, P. Mazzali, F. Patat *Supernova 2002du* IAUC 7929

(97) P. Andreani (2002),*Type 1 AGN and their link to ULIRGS*, Proc. "Issues in Unification of AGNs", Marciana Marina, Elba, May 2001, APS Conf. Ser. vol. 258. Eds R. Maiolino, A. Marconi, N. Nagar

(98) C. Barbieri, M. Calvani, G. Hahn, M. Hoffmann, S. Mottola, G. Pignata, L. Salvadori, (2002) *ADAS: Asiago-DLR asteroid survey*, Mem. S.A.It. 73, 636

(99) S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Riello, M. Turatto, L. Zampieri, E. Cappellaro, *Supernova 2002hy in NGC 3464* IAUC 8019

(100) S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Turatto, S. Desidera, R. Brunino, M. De Checchi, S. Villanova, E. Cappellaro, *Supernova 2002A in UGC 3804* IAUC 7789

(101) S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Turatto, S. Desidera, E. Cappellaro, *Supernova 2002bh in UGC 5286* IAUC 7844

(102) S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Turatto, S. Desidera, E. Giro, E. Cappellaro, *Supernovae 2001is, 2001it*, IAUC 7787

(103) S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Riello, M. Turatto, E. Cappellaro, T. Tomov, M. Mikolajewski *Supernova 2002bo in NGC 3190* IAUC 7848

(104) S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Turatto, S. Desidera, E. Giro, E. Cappellaro, *Supernova 2002an in NGC 2575* IAUC 7828

(105) S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Riello, M. Turatto, L. Zampieri, E. Cappellaro, L. Germany *Supernova 2002gd in NGC 7537* IAUC 7989

(106) C. Boeche, U. Munari, L. Tomasella, R. Barbon (2002), *Spectroscopic orbit of the eclipsing binary V2031 Cyg in the field of the open cluster NGC 6913=M 29*, IAU IBVS 5237

(107) C. Bongardo, R. Zamanov, P. Marziani, M. Calvani, & J. W. Sulentic (2002), *The FeII Optical Emission in AGN* in "Inflows, Outflows and Reprocessing around black holes Quinto Congresso Nazionale AGN", Villa Olmo, Como, 11-14 Giugno 2002 (eprint arXiv:astro-ph/0211418), http://www.unico.it/ilaria/AGN5/PS/AGN5.pdf, p. 15

(108) F. Bortoletto, M. D'Alessandro, D. Fantinel, E. Giro, L. Corcione, G. Bonanno, P. Bruno, R. Cosentino, A. Carbone, G. Evola (2003),*A new generation of detector controllers* Mem. S.A.I., v.74, p.159

(109) F. Bortoletto, C. Bonoli, E. Giro, C. Pernechele, A. Franceschini, P. Conconi, R. Mazzoleni, E. Molinari, F. Zerbi (2003) *The Italian participation to the NGST medium IR instrumentation* Mem. S.A.It., v.74, p.239

(110) A. Bressan, P. Marziani (2002), *Type IB-IC Supernovae: time clocks of Seyfert galaxies?*, in "New quests in stellar astrophysics: the link between stars and cosmology", Edited by Miguel Chavez, Alessandro Bressan, Alberto Buzzoni, and Divakara Mayya. Astrophysics and space science library, P. 211, Vol. 274. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

(111) A. Cadez, M. Calvani, C. Fanton, (2002) *X-ray iron line profiles from warped accretion disks*, Mem. S.A.It. 73, 23

(112) M.T.Capria, G.Cremonese, A.Boattini, M.C.De Sanctis, G.D'Abramo, A.Buzzoni (2002), *High resolution spectroscopy of comet C/2002 C1 Ikeya-Zhang with Sarg at TNG*, ACM, July 2002, Berlino.

(113) N. Carangelo, R. Falomo, A. Treves (2002), *The luminosity function of the host galaxies of QSO and BL Lac objects.* Proc. Lighthouses of the Universe: The Most Luminous Celestial Objects and Their Use for Cosmology, Proceedings of the MPA/ESO/, p. 277.

(114) G. Clementini, A. Bragaglia, L. di Fabrizio, M. Maio, E. Carretta, R.G. Gratton, E.V. Held, Y. Momany, L. Rizzi, I. Saviane (2002), *RR Lyrae Variables in Local Group Galaxies: LMC, Leo I. new Results and Distances to these Galaxies*, in "Radial and Nonradial Pulsations as probes of Stellar Physics", ASP Conf. Proceedings, Vol. 259, eds. C. Aerts, T. R. Bedding, and J. Christensen-Dalsgaard, IAU Coll. 195, San Francisco: ASP, **259**, 2002, p 124

(115) A. Clocchiatti, P. Lagos, S. Benetti, A. Pastorello, M. Riello, *SUPERNOVA 2002et IN MCG-04-47-10.* IAUC 7967

(116) M.R.Combi, M.T.Capria, G.Cremonese, et al. (2002), *The study of comets*, ASP Conference Proceedings, 272, 323.

(117) G.Cremonese, et al. (2002), *MEMORIS, a wide angle camera for BepiColombo*, EGS, April 2002, Nizza.

(118) G.Cremonese, et al. (2002), *MEMORIS, a wide angle camera for BepiColombo*, COSPAR, October 2002, Houston.

(119) G.Cremonese, A.Boattini, M.T.Capria, M.C.De Sanctis, G.D'Abramo (2002), *Comet C/2002 C1 (Ikeya-Zhang)*, IAUC n.7914.

(120) G.Cremonese, A.Boattini, A.Carusi, G.D'Abramo, E.Dotto, M.Fulle, F.Marzari, G.Valsecchi (2002), *Observations of Solar System minor bodies with LBC*, October 2002, Bertinoro.

(121) G.Cremonese, C.Burigana, F.Marzari, M.Maris, M.Fulle (2002), *Planck observations of Solar System minor bodies*, 1st Planck Galactic and Solar System science meeting, March 2002, Toulouse.

(122) S. Dalla Porta, T. Tomov, T. Zwitter, U. Munari (2002), *GK Dra: a delta-Sct star in an new eclipsing system discovered by Hipparcos*, IAU IBVS 5312

(123) S. Dalla Porta, T. Tomov, T. Zwitter, U. Munari (2002), *V432 Aur: a new eclipsing system*, IAU IBVS 5319

(124) M. Della Valle, T. Iijima (2002), *Peculiar variable in Mon* IAUC 7786

(125) M. Della Valle, T. Iijima (2002), *V838 Mon* IAUC 7822

(126) S. Desidera, E. Giro, A. Della Valle, S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, Turatto,M., E. Cappellaro, *Supernova 2002ej in NGC 6324* IAUC 7963

(127) S. Desidera, U. Munari, (2002), IAUC 7982

(128) R. Falomo, N. Carangelo, J.K. Kotilainen, A. Treves (2002), *Black Hole Mass and the Fundamental Plane of BL Lac objects* Carnegie Observatories Astrophysics Series, Vol I, "Coelovution of Black Holes and Galaxies", Ed L.C. Ho, (Cambridge: Cambridge Univ. Press)

(129) G. Fasano, D. Bettoni, C. Marmo, E. Pignatelli, B.M. Poggianti, M. Moles, P. Kjægaard (2002), *WINGS: a Wide-field Imaging Nearby Galaxy clusters Survey* in "Tracing cosmic evolution with galaxy clusters" Sesto Pusteria, ASP Conf Proc. 268, p.359

(130) G. Fasano, B.M.. Poggianti, D. Bettoni, E. Pignatelli, C. Marmo, M. Moles, P. Kjærgaard, J. Varela, W. Couch, A. Dressler (2002), *The WINGS Survey: a progress report*, Proceedings of the SAIt Conference 2002

(131) A. Frigo, P. Piccoli, A. Setti, S. Tommasoni, T. Tomov, U. Munari, P.M. Marrese, T. Zwitter (2002), *SV Cam: lightcurve parameters and spot activity between February 2000 and April 2001*, IAU IBVS 5359

(132) C. Gallart, M. Zoccali, G. Bertelli, C. Chiosi, P. Demarque, L. Girardi, S. Yi (2002), *Testing Intermediate-age Stellar Evolution with Magellanic Cloud Clusters*, IAUS 207, 713

(133) S. Gaudenzi, R. U. Claudi, F. Giovannelli, R. Lombardi, M. Pelosi, M. Strappolini (2002), *The gravimagnetic rotator SS Cygni.*,Mem.SAIt,73, 213

(134) E. Giro, S. Desidera, U. Munari, C. Pernechele, G. Baume, (2002) *V838 Monocerotis*, IAU Circ. 8025, 2

(135) G.L. Granato, G. De Zotti, L. Silva, L. Danese, M. Magliocchetti, M. (2002), *The Connection between Spheroidal Galaxies and QSOs*, proc. conf. on "The evolution of Galaxies. II. Basic Building Blocks", Ap&SS, **281**, 497

(136) R. Gratton (2002), *Abundances in the galactic spheroid from UVES spectra*, in "Future Research Direction and Visions for Astronomy", A. Dressler ed., SPIE Conf. Ser. 4835, 42, 2002

(137) R.G. Gratton, G. Bonanno, E. Brocato, E. Carretta, R. Claudi, R. Cosentino, S. Desidera, M. Dolci, M. Endl, S. Lucatello, F. Marzari, S. Scuderi (2002), *SARG Extra Solar Planet Search*, in "Proceedings of the First Eddington Workshop on Stellar Structure and Habitable Planet Finding", 11-15 June 2001, Cordoba, Spain. Eds. B. Battrick, ESA SP-485, p.265

(138) E. V. Held (2002), *Dwarf galaxies in the Local Group: the VLT perspective*, in ESO Workshop on "Scientific Drivers for ESO Future VLT/VLTI Instrumentation", eds. J. Bergeron & G. Monnet, (Springer-Verlag, Berlin), 178

(139) E.V. Held, L. Federici, C. Cacciari, V. Testa (2002), *Ages and metallicities of globular clusters in NGC 5128*, in IAU Symp. 207, Extragalactic Star Clusters, eds. E. Grebel, D. Geisler, & D. Minniti (ASP, San Francisco), 269

(140) E.V. Held, A. Rosenberg, I. Saviane, Y. Momany (2002), *The globular cluster Terzan 7 in the Sagittarius dwarf spheroidal galaxy*, in IAU Symp. 207, Extragalactic Star Clusters, eds. E. Grebel, D. Geisler, & D. Minniti (ASP, San Francisco), 165

(141) Henden A., U. Munari, (2002), IAUC 7958

(142) A. Henden, U. Munari, P. Marrese, F. Boschi, R. Corradi (2002), IAUC 7889

(143) A. Henden, U. Munari, M. Schwartz (2002), IAUC 7859

(144) T. Iijima (2002), *Spectroscopic Monitoring of Classical and Recurrent Novae at Asiago Observatory*, in "Classical Nova Explosions", eds. M Hernanz, J. Josè, AIP Conference Proceedings, Vol 637, (2002) p. 193

(145) J.K. Kotilainen, R. Falomo, A. Treves, A. Uslenghi (2002), *The host galaxies of radio-loud and radio-quiet quasars at $1 > z > 2$*, in "Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy", meeting held in Meudon, France, July 23-27, 2002, Eds.: S. Collin, F. Combes and I. Shlosman, ASP Conf. Ser., p. 64.

(146) K. Kuijken, R. Bender, E. Cappellaro, B. Muschielok, A. Baruffolo, E. Cascone, O. Iwert, W. Mitsch, H. Nicklas, E.A. Valentijn, D. Baade, K. G. Begeman, A. Bortolussi, D. Boxhoorn, F. Christen, E.R. Deul, C. Geimer, L. Greggio, R. Harke, R. Häfner, G. Hess, H.-J. Hess, U. Hopp, I. Ilijevski, G. Klink, H. Kravcar, J.L. Lizon, C.E. Magagna, P.H. Müller, R. Niemeczek, L. De Pizzol, H. Poschmann, K. Reif, R. Rengelink, J. Reyes, A. Silber, W. Wellem (2002) *OmegaCAM: the 16k × 16k CCD Camera for the VLT Survey Telescope*, Messenger, 110, 15.

(147) F. Leone, P. Bruno, R. Claudi, R. Cosentino, R. Gratton, S. Scuderi (2002), *High-resolution spectropolarimetry at the TNG*, in "Polarimetry in Astronomy", SPIE Conf. Ser. 4843, 2002

(148) M. Magliocchetti, L. Moscardini, G. De Zotti, G.L. Granato, L. Danese (2002), *Clustering of SCUBA galaxies and implications for the* PLANCK *mission*, in "Where is the Matter? Tracing Dark and Bright Matter with the New Generation of Large Scale Surveys", Treyer & Tresse eds., Editions Frontières, p. 348

(149) M. Magliocchetti, L. Moscardini, P. Panuzzo, L. Danese, G.L. Granato, G. De Zotti (2002), *Clustering of High-Redshift Sources as Tracer of Their Star-Formation Activity*, ASP Conf. Ser. 253: Chemical Enrichment of Intracluster and Intergalactic Medium, 189

(150) M.Maris, C.Burigana, G.Cremonese, S.Fogliani, M.Fulle (2002) , *Zodiacal light emission*, Planck Consortium meeting, October 2002, Santander.

(151) M.Maris, C.Burigana, G.Cremonese, M.Fulle, F.Marzari (2002), *Status of the ZLE simulation and studies on its separability*, 1st Planck Galactic and Solar System science meeting, March 2002, Toulouse.

(152) P. Marziani, C. Bongardo, V. Braito, M. Calvani, R. Zamanov, J. W. Sulentic, D. Dultzin-Hacyan (2002), *Are broad absoprtion line QSOs 'every quasar's side view'?*, in "Inflows, Outflows and Reprocessing around black holes Quinto Congresso Nazionale AGN", Villa Olmo, Como, 11-14 Giugno 2002 http://www.unico.it/ilaria/AGN5/PS/AGN5.pdf, p. 106

(153) P. Marziani, J. W. Sulentic, R. Zamanov, M. Calvani (2002), *Quasar Spectra along Eigenvector-1* in "Inflows, Outflows and Reprocessing around black holes Quinto Congresso Nazionale AGN", Villa Olmo, Como, 11-14 Giugno 2002 http://www.unico.it/ilaria/AGN5/PS/AGN5.pdf, p. 104

(154) Y.D. Mayya, A. Bressan, M. Rodriguez, J.R. Valdes (2002), *Extinction and star formation histories of nearby starburst galaxies*, in "New quests in stellar astrophysics: the link between stars and cosmology", Edited by Miguel Chavez, Alessandro Bressan, Alberto Buzzoni, and Divakara Mayya. Astrophysics and space science library, P. 167, Vol. 274. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

(155) H. Mikuz, B. Dintinjana, A. Prsa, U. Munari, T. Zwitter (2002), *Period Change and Surface Activity of the Eclipsing Binary UV Leonis*, IAU IBVS 5338

(156) L. Moscardini, S. Matarrese, P. Andreani, M. Bartelemann, H.J. Mo (2002), *Present and future surveys of galaxy clusters: cosmological implications from their clustering properties*, Proc. Marseille 2001 Conferences "Where's the Matter? Tracing Dark and Bright Matter with the New Generation of Large Scale Surveys", Eds. Treyer & Tresse, 2001, Frontier Group.

(157) L. Moscardini, S. Matarrese, P. Andreani, M. Bartelemann, H.J. Mo (2002), *Clustering properties of galaxy clusters in present and future surveys*, Proc. of the Sesto-2001 Meeting on "Tracing Cosmic Evolution with Galaxy Clusters", ASP Conference Series, vol 262. Eds: S. Borgani, M. Mezzetti, R. Valdarnini

(158) U. Munari, S. Desidera, A. Henden (2002), IAUC 8005

(159) U. Munari, A. Henden, T. Zwitter, R.L.M. Corradi (2002), *V838 Mon the new M31-RedVar class of objects*, in "Classical Nova Explosions", American Inst. of Phys., vol. 637, M.Hernanz and J.Jordi ed.s, pag. 52

(160) Y.K. Ng, G. Bertelli, G. Carraro, L. Portinari (2002), *The galactic disc age-metallicity relation*, IAUS 187, 231

(161) P. Panuzzo, A. Bressan, G. L. Granato, L. Silva & L. Danese (2002), *Dust and nebular emission in star formation galaxies*, in "New quests in stellar astrophysics: the link between stars and cosmology", Edited by Miguel Chavez, Alessandro Bressan, Alberto Buzzoni, and Divakara Mayya. Astrophysics and space science library, P. 171, Vol. 274. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

(162) A. Pastorello, S. Benetti, G. Altavilla, A. Della Valle, E. Giro, M. Riello, M. Turatto, E. Cappellaro, *Supernovae 2002en, 2002eo, 2002es, and 2002eu* IAUC 7965

(163) G. Pignata, F. Patat, M. Turatto, *Supernova 2002hg in NGC 3306* IAUC 8007

(164) G. Pignata, F. Patat, S. Benetti, *SUPERNOVA 2002hm IN NGC 4016* IAUC 8009

(165) J.E. Pesce, C.M. Urry, M. O'Dowd, R. Scarpa, R. Falomo, A. Treves (2002), *Hubble space telescope observations of BL Lacertae environments*, New Astronomy Reviews 46, 159.

(166) B.M. Poggianti, T.J. Bridges, B. Mobasher, D. Carter (2002), *Tracing Cosmic Evolution with the Coma Cluster*, in Tracing Cosmic Evolution with Galaxy Clusters, ASP Conference Proceedings, Vol. 268, p. 359, eds. Stefano Borgani, Marino Mezzetti, and Riccardo Valdarnini, San Francisco, Astronomical Society of the Pacific

(167) R. Ragazzoni, S. Esposito, A. Ghedina, A. Baruffolo, M. Cecconi, E. Diolaiti, J. Farinato, L. Fini, E. Marchetti, A. Puglisi, M. Tordi, E. Vernet-Viard (2002) *Pyramid wavefront sensor aboard AdOpt@TNG and beyond: a status report*, Proc.SPIE, 4494, 181.

(168) M. Riello, S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Turatto, E. Cappellaro, *Supernova 2002dg* IAUC 7922

(169) M. Riello, S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Turatto, E. Cappellaro, S. O'Toole, *Supernova 2002dj in NGC 5018* IAUC 7919

(170) M. Riello, S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Turatto, E. Cappellaro, P. Ruiz–Lapuente *Supernovae 2002cj, 2002ck, 2002cp, 2002cn* IAUC 7894

(171) P. Ruiz-Lapuente, S. Benetti,A. Balastegui, S. Basa, D. Guide, J. Mendez, J. Raux, M. Turatto, *SUPERNOVA 2002ji in NGC 3655* , IAUC 8028

(172) R. Scarpa, F. Govoni, R. Falomo, G. Fasano (2002), *Optical properties of low z radio galaxies* New Astronomy Reviews 46, 353.

(173) L. Silva, A. Bressan, G. L. Granato, & P. Panuzzo (2002), *Modelling the radio to X-ray SED of galaxies*, in "New quests in stellar astrophysics: the link between stars and cosmology", Edited by Miguel Chavez, Alessandro Bressan, Alberto Buzzoni, and Divakara Mayya. Astrophysics and space science library, P. 175, Vol. 274. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

(174) L. Silva, G. L. Granato, & A. Bressan (2002), *Modelling the radio to X-ray SED of galaxies*, in "Galaxy evolution, theory and observations", Cozumel April 8/12/ 2002

(175) A. Treves, N. Carangelo,R. Falomo, C.M. Urry, M. O'Dowd, R. Scarpa (2002), *Host galaxies, BH Masses and Eddington Ratio of Radio-Loud AGNs* in "Issues in Unification of Active Galactic Nuclei", ASP Conference Proceedings, Vol. 258. Edited by Roberto Maiolino, Alessandro Marconi, and Neil Nagar. ISBN: 1-58381-098-6. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2002., p.303

(176) M. Turatto, S. Desidera, S. Benetti, G. Altavilla, A. Pastorello, M. Riello, E. Cappellaro, *Supernovae 2002cv in NGC 3190* IAUC 7902

(177) M. Turatto, M. Riello,G. Altavilla, S. Benetti, A. Pastorello, E. Cappellaro, *Supernova 2002dm in IC 5017* IAUC 7921

(178) C.M. Urry, R. Scarpa, M. O'Dowd, M. Giavalisco, R. Falomo, J.E. Pesce, A. Treves (2002) *Host galaxies and unification of radio-loud AGN*, New Astronomy Reviews 46, 349.

(179) T. Zwitter, U. Munari (2002), IAUC 7812

Altre Pubblicazioni

(180) A. Baruffolo (2002),*I Cataloghi Astronomici*, Coelum, **56**.

(181) A. Baruffolo (2002),*I Cataloghi Astronomici. Seconda Parte*, Coelum, **57**.

(182) R. Gratton, S. Desidera (2003), *Pianeti extrasolari - Il punto sulla situazione. La prima scpoerta italiana*, Coelum, **59**, 38

(183) G.Israel, L. Stella, U. Munari, S. Covino, S. Campana, W. Hummel, G. Marconi, G. Rupprecht, I. Appenzeller, O. Stahl, W. Gassler, C. Mauche, I. Negueruela, H. Nicklas, R. Smart (2002), *The VLT Unravels the Nature of the Fastest Binary Star*, ESO Press Release 06/02

(184) P. Marziani, M. Calvani (2002), *I buchi neri*, fascicolo della collana Viaggio nell'universo, I grandi temi dell'astronomia, Fabbri Editori Milano, pp. 30

(185) M. Turatto, *Chapter 3: Classification of Supernovae* in *Supernovae and Gamma-Ray Bursters*, Lecture Notes in Physics, ed. K.W. Weiler, Springer-Verlag Press, in stampa.

Riviste con referee (lavori in stampa o sottomessi)

(186) P. Andreani, A. Grazian, S. Cristiani, F. LaFranca, P. Goldschmidt (2003), *The dusty environment of Quasars*, AJ, in stampa

(187) P. Andreani, L. Spinoglio, M.A. Malkan (2003), *How many active galaxies and QSOs will future Space Missions detect?*, sottomesso ad ApJ

(188) C. Baccigalupi, F. Perrotta, G. De Zotti, G.F. Smoot, C. Burigana, D. Maino, L. Bedini, E. Salerno (2002), *Extracting cosmic background polarized radiation from microwave astrophysical maps*, sottomesso a MNRAS

(189) E. Baron, P.E. Nugent, D. Branch, P.H. Hauschildt, M. Turatto, E. Cappellaro (2003), *Determination of Primordial Metallicity and Mixing in the Type IIP Supernova 1993W*, ApJ, in stampa

(190) M. Bartelmann, M. Meneghetti, F. Perrotta, C. Baccigalupi, L. Moscardini (2003), *Arc Statistics in Cosmological Models with Dark Energy*, sottomesso ad A&A

(191) S. Benetti, E. Cappellaro, R. Ragazzoni, F. Sabbadin, M. Turatto (2003), *The 3-D ionization structure of NGC 6818 (the Little Gem): a Planetary Nebula threatened by recombination*, A&A in stampa

(192) S. Berta, J. Fritz, A. Franceschini, A. Bressan & C. Pernechele (2002), *Spatially–resolved spectrophotometric analysis and modelling of the Superantennae*, A&A, in stampa

(193) G. Bertelli, E. Nasi, L. Girardi, C. Chiosi, M. Zoccali, C. Gallart (2002), *Testing intermediate-age stellar evolution models with VLT photometry of LMC clusters. III. Padova results*, AJ in stampa

(194) D. Bettoni, R. Falomo, G. Fasano e F. Govoni, 2003, *The black hole mass in low redshift radiogalaxies*, A&A, in stampa

(195) D. Bettoni, G. Galletta e S. Garcia-Burillo, 2003, *A catalogue of gas content in normal galaxies*, sottomesso ad A&A

(196) A. Bressan, H. Aussel, G. Rodighiero, L. Silva, G. L. Granato (2002), *Mid Infrared Colors of Early Type Galaxies*, sottomesso ad A&A

(197) A. Cadez, M. Brajnik, A. Gomboc, M. Calvani, C. Fanton, (2003) *On X-ray emission lines from active galactic nuclei and disk models*, AA, in stampa

(198) G. Clementini, R.G. Gratton, A. Bragaglia, E. Carretta, L. Di Fabrizio, M. Maio (2003), *Distance to the Large Magellanic Cloud: t he RR Lyrae Stars*, AJ, in stampa, Marzo 2003

(199) G.Cremonese, et al., *MEMORIS: a wide angle camera for the BepiColombo mission*, sottomesso ad Adv.Space res. (200) S. Desidera, R. Gratton, M. Endl, M. Barbieri, R. Claudi, R. Cosentino, S. Lucatello, F. Marzari, S. Scuderi (2003), *Search for planets in the metal enriched binary HD219542*, sottomesso ad A&A

(201) R. Falomo, N. Carangelo, A. Treves (2002), *Luminosities of radio loud active galaxies: Black hole masses and host galaxy luminosity functions*, sottomesso a MNRAS

(202) C. Gallart, M. Zoccali, G. Bertelli, C. Chiosi, P. Demarque, L. Girardi, E. Nasi, J.-H. Woo, S. Y (2002), *Testing intermediate-age stellar evolution models with VLT photometry of LMC clusters. I. The data*, AJ, in stampa

(203) E. Galliano, D. Alloin, G.L. Granato (2003), *Revisiting the location and environment of the central engine of NGC 1068*, sottomesso a A&A

(204) R.G. Gratton, E. Carretta, R. Claudi, S. Lucatello, M. Barbieri (2003), *Abundances for metal-poor stars with accurate parallaxes I. Basic data*, sottomesso ad A&A

(205) C. Gruppioni, F. Pozzi, G. Zamorani, P. Ciliegi, C. Lari, E. Calabrese, F. La Franca, I. Matute (2002), *The Radio–Mid-Infrared Correlation and the Contribution of 15-μm Galaxies to the 1.4-GHz Source Counts*, MNRAS, in stampa

(206) S. Lucatello, R.G. Gratton (2002), *Rotation of Globular Cluster stars. Turn-Off and Subgiant stars in NGC104, NGC6397 and NGC6752*, sottomesso ad A&A

(207) S. Lucatello, R.G. Gratton, J.G. Cohen, T.C. Beers, N. Christlieb, E. Carretta, S. Ramirez (2003), *Stellar Archaeology: a Keck Pilot program on extremely metal-poor stars from the Hamburg/ESO Survey. III The Lead (Pb) Star HE 0024-2523*, AJ, in stampa, Febbraio 2003

(208) C. Maraston, L. Greggio, A. Renzini, S. Ortolani, R.P. Saglia, T.H.Puzia, M. Kissler-Patig, *Integrated Spectroscopy of Bulge Globular Clusters and Fields. II. Implications for stellar population models and elliptical galaxies*, A&A, in stampa

(209) P. Marziani, D. Dultzin-Hacyan, M. D'Onofrio, J. W. Sulentic, (2002), *Arp 194: Evidence of Tidal Stripping and Cross-Fueling*, AJ., in stampa

(210) P. Marziani, J. W. Sulentic, R. Zamanov, D. Dultzin-Hacyan, R. Bachev, T. Zwitter (2002), *An Optical Spectroscopic Atlas of Low-Redshift Active Galactic Nuclei*, ApJ. Suppl. Ser., 145, in stampa

(211) Y.D. Mayya, A. Bressan, M. Rodriguez, J.R. Valdes (2002), *Extinction and star formation history in M82 like galaxies*, sottomesso ad ApJ

(212) P. Mazzei, A. Curir (2002), *Dark and luminous matter connections from SPH simulations of isolated traxial collapsing systems*, sottomesso ad ApJ

(213) B. Mobasher, M. Colless, D. Carter, B.M. Poggianti, T.J. Bridges, K. Kranz, Y. Komiyama, N. Kashikawa, M. Yagi, S. Okamura, *A Photometric and Spectroscopic Study of Dwarf and Giant Galaxies in the Coma Cluster - IV. The Luminosity Function*, ApJ, in stampa

(214) M. Moles, D. Bettoni, P. Kjægaard, G. Fasano, J. Varela (2002), *The scaling relations of early-type galaxies in clusters: II. Spectroscopy in eight nearby clusters*, sottomesso ad A&A

(215) Y. Momany, S. Ortolani, E. V. Held, B. Barbuy, E. Bica, A. Renzini, L. R. Bedin, R. M. Rich, G. Marconi (2002), *V, J, H, and K imaging of the metal-rich globular cluster NGC 6528*, sottomesso ad A&A

(216) F. Padoan, R. Rampazzo, M. Longhetti, W.W. Zeilinger, A. Bressan (2003), *Nearby early–type galaxies with ionized gas.I. Line-strength indices of the underlying stellar population*, sottomesso ad A&A,

(217) S. Pasetto, C.Chiosi, G. Carraro (2002), *Morphological Evolution of Dwarf Galaxies in the Local Group*, sottomesso ad A&A

(218) C. Pernechele, S. Berta, A. Marconi, C. Bonoli, A. Bressan, A. Franceschini, J. Fritz, & E. Giro 2002), *Spectropolarimetric search for hidden active galactic nuclei in four southern ultraluminous infrared galaxies*, MNRAS, in stampa.

(219) F. Perrotta, M. Magliocchetti, C. Baccigalupi, M. Bartelmann, G. De Zotti, G.L. Granato, L. Silva, L. Danese (2002), *Clustering properties and gravitational Lensing of Forming Spheroidal Galaxies*, MNRAS, in stampa

(220) F. Pozzi, P. Ciliegi, C. Gruppioni, C. Lari, M. Mignoli, G. Zamorani, E. Calabrese, P. Heraudeau (2002), *Nature of the ISO-selected Sources in the ELAIS S2 Region*, MNRAS, in stampa

(221) O. R. Prouton, A. Bressan, M. Clemens, A. Franceschini, G.L. Granato, L. Silva (2002), *High Frequency Radiometry of Infrared Luminous Starbursts*, sottomesso ad A&A

(222) R. Rampazzo, H. Plana, M. Longhetti, P. Amram, J. Boulesteix, J-L. Gach, O. Hernandez (2003) *Warm gas kinematics in shell galaxies*, sottomesso a MNRAS

(223) L. Rigon,M. Turatto, S. Benetti, A. Pastorello, E. Cappellaro, I. Aretxaga, O. Vega, V. Chavushyan,, F. Patat, I.J. Danziger, M. Salvo (2003), *SN 1999E. Another piece in the SN-GRB connection puzzle*, MNRAS, in stampa

(224) L. Rizzi, E. V. Held, G. Bertelli, I. Saviane (2002), *Clues on the evolution of the Carina dwarf spheroidal galaxy from the color distribution of its red giant stars*, sottomesso ad ApJL

(225) E. Sabbi, R. Gratton, F.R. Ferraro, A. Bragaglia, A. Possenti, N. D'Amico, F. Camilo (2003), *The complex structure of the H_α line of COM J1740-5340 in NGC 6397*, sottoposto ad ApJL

(226) V. Stanishev, R. Zamanov, P. Marziani, N. Tomov (2002), *Hα variability of the recurrent nova T Coronae Borealis*, sottomesso ad A&A

(227) L. Tanvuia, B. Kelm, P. Focardi, R. Rampazzo, W.W. Zeilinger (2003), *Small scale systems of galaxies. I. Photometric and spectroscopic properties of members.*, sottomesso ad AJ

(228) A. Vallenari, G. Bertelli, G. Carraro (2002), *Star counts in the direction of the Carina Arm*, A&A in stampa

(229) E. Vanzella, S. Cristiani, A. Fontana, M. Nonino, S. Arnouts, E. Giallongo, A. Grazian, G. Fasano (2002), *Photometric redshifts with the Multilayer Perceptron Neural Network*, sottomesso ad A&A

(230) M. Vigotti, R. Carballo, C.R. Benn, G. De Zotti, R. Fanti, J.I. Gonzalez Serrano, K.-H. Mack, J. Holt (2002), *Decline of the space density of quasars between $z = 2$ and $z = 4$*, sottomesso ad ApJ

(231) R. Vio, J.G. Nagy, L. Tenorio, P. Andreani, C. Baccigalupi, W. Wamsteker (2003), *Digital Deblurring of CMB Maps: Performance and Efficient Implementation*, in stampa su A&A

(232) L. Zampieri, A. Pastorello, M. Turatto, E. Cappellaro, S. Benetti, G. Altavilla, P. Mazzali, M. Hamuy (2002), *Peculiar, Low Luminosity Type II Supernovae: Low Energy Explosions in Massive Progenitors?*, MNRAS, in stampa

(233) L. Zampieri, P. Mucciarelli, R. Falomo, R. Turolla, M. Chieregato, A. Treves (2002), *The Nature of Ultraluminous X-ray Sources: unveiling the Mystery of NGC1313 X-2 (MS 0317.7-6647)*, sottomesso ad ApJ

(234) L. Zampieri, R. Turolla, L. Foschini, A. Treves (2002), *Radiative acceleration and transient, radiation-induced electric fields*, sottomesso ad ApJ

(235) M. Zoccali, A. Renzini, S. Ortolani, L. Greggio, I. Saviane, S. Cassisi, M. Rejkuba, B. Barbuy, R.M. Rich, E. Bica *Age and Metallicity Distribution of the Galactic Bulge from Extensive Optical and Near-IR Stellar Photometry*, A&A in stampa

Rapporti invitati a congressi (in corso di stampa)

(236) C. Baccigalupi, A. Balbi, S. Matarrese, F. Perrotta, N. Vittorio (2002), *Scalar field dark energy and Cosmic Microwave Background*, Proceedings of the 5th International UCLA Symposium on "Sources and Detection of Dark Matter and Dark Energy in the Universe (Dark Matter 2002)", Marina del Rey, California, USA, 20-22 February 2002, Nucl. Phys. B, in stampa

(237) P.L. Bernacca, E. Antonello, A. Preite Martinez, ..., L.M. Buson, ... (2003), *Ultraviolet Astronomy from the Space Station: A case Study*, Signpost Research Review, in stampa

(238) G. Bertelli, A. Vallenari, S. Pasetto, C. Chiosi (2002), *Kinematics of the disk population in the GAIA era*, Proceedings of the conference: "Gaia Spectroscopy: Science and Technology", in stampa

(239) L.M. Buson (2003), *Ultraviolet Astronomy (updated version)*, Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics, IoP Publishing and Macmillan Publishers, in stampa

(240) G. Clementini, R. Gratton (2002), *The Oldest Stars and the Age of the Universe*, European Review, 10, 237, 2002 (articolo di rassegna)

(241) R. Cosentino, M. Belluso, G. Bonanno, P. Bruno, F. Bortoletto, M. D'Alessandro, D. Fantinel, E. Giro, L. Corcione, A. Carbone, G. Evola (2002), *The new generation CCD controller: first results*, Scientific Detectors for Astronomy, June 16-22 Waimea–Hawaii

(242) A. Curir,P. Mazzei,G. Murante (2002), *Bar formation in cosmological haloes*, Proceedings of the International Conference "Galaxy Evolution: Theory and Observations" Eds. V. Avila-Reese, C. Firmani, C. Frenk, & C. Allen, RevMexAA SC, in stampa

(243) L. Danese, G.L. Granato, L. Silva, M. Magliocchetti, G. De Zotti (2001), *Spheroidal Galaxies/QSO Connection*, proc. ESO workshop on "The Mass of Galaxies at Low and High Redshift", Venice 24–26 October 2001, R. Bender and A. Renzini eds., Springer-Verlag, in stampa

(244) G. De Zotti, G.L. Granato, C. Baccigalupi, M. Magliocchetti, P. Mazzei, F. Perrotta, L. Danese (2001), *Formation of spheroidal galaxies: the sub-mm view*, proc. Frascati workshop 2001 "Multifrequency behaviour of high energy sources", Vulcano May 21–26, 2001, in stampa

(245) G. De Zotti, F. Perrotta, G.L. Granato, L. Silva, R. Ricci, C. Baccigalupi, L. Danese (2002), *Millimeter-band Surveys of Extragalactic Sources*, proc. int. conf on "SRT: the impact of large antennas on Radioastronomy and Space Science", Cagliari 7–10 November 2001

(246) D. Dultzin-Hacyan, Y. Krongold & P. Marziani (2002), *The Circumgalactic Environment of AGN and an Evolutionary Scheme*, in "8th Tex-Mex Conference", Rev. Mex. A&A Serie de Conferencias, in stampa

(247) R. Falomo (2002), *The host galaxy - AGN connection at low and high redshift* Proc. High Energy Blazar Astronomy, Turku 2002, Invited Talk, (astro-ph/0212164) PASP conf. Series, in stampa

(248) R.G. Gratton (2002), *Abundance Anomalies in Globular Clusters*, in "New Horizons in Globular Cluster Astronomy", Padova, June 2002

(249) P. Mazzei (2002), *The history of star formation in galaxies. Insight from SPH simulations of triaxial collapsing systems*, Proceedings to the Sait conference 2002 Padova, Italy, Mem.SAIt 73, in stampa

(250) P. Mazzei, A. Curir (2002), *The star formation rate of galaxies. SPH simulations of isolate collapsing systems*, Proceedings of the International Conference"Galaxy Evolution: Theory and Observations', Eds. V. Avila-Reese, C. Firmani, C. Frenk, & C. Allen, RevMexAA SC, in stampa

(251) U. Munari (2002), *GAIA spectroscopy and radial velocities*, in "GAIA: A European Space Project", O.Bienayme and C.Turon ed.s, EDP Sciences, pag 39

(252) U. Munari (2002), *Exotic stars and the GAIA mission*, in "Exotic Stars", C.Tout and W. van Hamme ed.s, ASP Conf. Ser., in stampa

(253) U. Munari (2002), *Symbiotic stars in the phase-space: from Hipparcos to GAIA*, in "Symbiotic Stars probing Stellar Evolution", R.M.L.Corradi, J.Mikolajewska and T.J.Mahoney ed.s, ASP Conf. Ser., in stampa

(254) U. Munari (2002), *Science goals of GAIA spectroscopy*, in "GAIA Spectroscopy, Science and Technology", ASP, San Francisco, in stampa

(255) F. Perrotta, C. Baccigalupi (2002), *Sub-horizon Perturbation Behavior in Extended Quintessence*, Proceedings of the 5th International UCLA Symposium on "Sources and Detection of Dark Matter and Dark Energy in the Universe (Dark Matter 2002)", Marina del Rey, California, USA, 20-22 February 2002, Nucl. Phys. B, in stampa

(256) B.M. Poggianti, *Environment Shaping Galaxies: Spectroscopy of Cluster Galaxies*, Invited talk at the meeting"Matter and energy in clusters of galaxies", Taiwan 23-27 Apr 2002, proceedings in stampa

(257) B.M. Poggianti, *Color, spectral and morphological transformations of galaxies in clusters*, Invited review at the JENAM 2002 Workshop on "Galaxy Evolution in Groups and Clusters", Porto, Sep 5-7 2002, eds. Lobo, Serote-Roos and Biviano, Kluwer in stampa

(258) B.M. Poggianti, *Modeling stellar populations in cluster galaxies*, Carnegie Observatories Astrophysics Series, Vol. 3: Clusters of Galaxies: Probes of Cosmological Structure and Galaxy Evolution , ed. J. S. Mulchaey, A. Dressler, and A. Oemler (Cambridge: Cambridge Univ. Press), in stampa

(259) L. Spinoglio, P. Andreani, M.A. Malkan *Seyfert and starburst galaxies in the Local Universe and beyond: from ISO observations to predictions for future space missions*, Proc. of "Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy", Meudon July 2002, ASP Conference Series, Vol. xxx, 2003, eds. S. Collin, F. Combes, and I. Shlosman, in stampa

(260) M. Turatto, S. Benetti, E. Cappellaro (2003), *Variety in Supernovae*, in "From Twilight to Highlight: The Physics of Supernovae", ed. W.Hillebrandt & B.Leibundgut, Springer-Verlag, in stampa

(261) R. F. Viotti, R. Claudi, R. Gonzàlez-Riestra, F. Montagni, M. Maesano, C. Rossi, 2002, *What observation tell us about AG Dra*, Contributed paper al Congresso: "Symbiotic stars Probing Stellar Evolution" tenuto il 27 - 31 maggio 2002 a La Palma (Sp), in stampa

Comunicazioni a congressi, altre riviste, in stampa

(262) G. Altavilla (2003), *An Intermediate Redshift Supernova Search at ESO: SN Rate first estimate*, MemSAIt, in stampa

(263) G. Altavilla, M. Riello, E. Cappellaro, S. Benetti, A. Pastorello, F. Patat, M. Prevedello, M.Turatto, L. Zampieri (2003), *An Intermediate Redshift Supernova Search at ESO: Preliminary Results*, in "From Twilight to Highlight: The Physics of Supernovae", Eds. W.Hillebrandt & B.Leibundgut, Springer-Verlag in stampa

(264) L. Baldacci, L. Rizzi, G. Clementini, E. V. Held, Y. Momany, L. Di Fabrizio, I. Saviane (2002), *The distance to NGC6822 from its RR Lyraes*, in "New Horizons in Globular Cluster Astronomy", ASP Conf. Ser. , eds. G. Piotto, G. Meylan, G. Djorgovski, & M. Riello (ASP, San Francisco), in stampa

(265) C.Barbieri, I. Bertini, S. Magrin, L. Salvadori, M. Calvani, R. Claudi, G. Pignata, G. Hahn, S. Mottola , M. Hoffmann (2002),*ADAS: the Asiago – DLR Asteroid survey*, Poster SAIT , in stampa

(266) A. Baruffolo, A. Bortolussi, L. De Pizzol, C. Magagna (2002) *Design of the OmegaCAM Instrument Software*, Proc. SPIE, 4848, in stampa

(267) G.Bertelli,E.Nasi, L.Girardi, C.Chiosi, M.Zoccali, C. Gallart (2002), *Age and Metallicity of three LMC globular clusters*, Proceedings of the the Conference "New Horizons in Globular Clusters", ASP Conf Series, ed. G.Piotto, G.Meylan, M.Riello

(268) D. Bettoni, R. Falomo, G. Fasano, F. Govoni, M. Salvo, R. Scarpa (2003), *The Fundamental Plane of Radio Galaxies* in "The masses of galaxies at low and high redshift", Venezia 2001, in stampa

(269) D. Bettoni,G. Fasano, M. Moles, P. Kiærgaard e J. Varela, 2003, *The peculiar galaxy IC1182: an ongoing merger?*, Proc. of the SAIt conf. 2002, Mem.SAIt., in stampa

(270) A. Bianco, E. Molinari, P. Conconi, G. Crimi, E. Giro, C. Pernechele, F. Maria Zerbi (2002), *VPHG in the cold*, SPIE, Hawaii 2002, vol. 4842-03, in stampa

(271) C. Bonoli, P. Conconi, E. Giro, V. Zitelli, (2002), (*A tunable filter for the TNG*, Astronomical Telescopes and Instrumentation, Waikoloa, Hawaii, in stampa

(245) Boschi F., U. Munari (2002), *Criteria for spectral classification of cool stars in the near-IR*, in "Symbiotic Stars probing Stellar Evolution", R.M.L.Corradi et al. ed.s, ASP Conf. Ser., in stampa

(246) E. Cappellaro, A. Baruffolo, E. Cascone, L. Greggio, K. Kuijken, R. Bender, B. Muschielok, O. Iwert, W. Mitsch, H. Nicklas, E.A. Valentijn (2002) *OmegaCAM at the VLT Survey Telescope* Mem.SAIt., in stampa

(247) N. Carangelo,R. Falomo, J.K. Kotilainen, A. Treves, M-H. Ulrich (2002), *Spectroscopy of BL Lacs: new redshifts and mis-identified sources* Proc. High Energy Blazar Astronomy, Turku 2002, PASP conf. in stampa

(248) E. Carretta, R.G. Gratton, A. Bragaglia, M. Tosi, G. Marconi (2002), *Metallicity of old open clusters*, in "Observed HR Diagrams and stellar evolution: the interplay between observational constraints and theory", Coimbra, ASP Conf. Ser., T.Lejeune, J.Fernandez eds, in stampa

(249) E. Carretta, R.G. Gratton, L.Pasquini, M. Centurion (2002), *Abundances in Globular Cluster Turn-Off stars: are they identical to those of Field Subdwarfs?*, in "Observed HR Diagrams and stellar evolution: the interplay between observational constraints and theory", Coimbra, ASP Conf. Ser., T.Lejeune, J.Fernandez eds, in stampa

(250) G.Clementini, A. Bragaglia, M. Maio, E. Carretta, R.G. Gratton, L. Di Fabrizio (2002), *CMDs, RR Lyrae's, clump stars and reddening in the LMC*, in "Observed HR Diagrams and stellar evolution: the interplay between observational constraints and theory", Coimbra, ASP Conf. Ser., T.Lejeune, J.Fernandez eds, in stampa

(251) R. Cosentino, M. Belluso, G. Bonanno, P. Bruno, F. Bortoletto, M. D'Alessandro, D. Fantinel, E. Giro, L. Corcione, A. Carbone, G. Evola (2002), *The new generation CCD controller: first results*, Scientific Detectors for Astronomy, Waimea, Hawaii, in stampa

(252) F. D'Antona, V. Caloi, J. Montalban, P. Ventura, R.G. Gratton (2002), *Helium variations due to self-enrichment among GC stars: a possible new clue to Horizontal Branch Morphology*, in "New Horizons in Globular Cluster Astronomy", Padova, June 2002

(253) S. Desidera, U. Munari (2002), *Absorption cells in the wavelength calibration of GAIA spectra*, in 11GAIA Spectroscopy, Science and Technology", ASP, San Francisco, in stampa

(254) D. Dultzin-Hacyan, Y. Krongold, P. Marziani (2002), Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy Abstract Book, meeting held in Meudon, France, July 23-27, 2002, Eds.: S. Collin, F. Combes and I. Shlosman, ASP Conf. Ser., in stampa

(255) J. Farinato, R. Ragazzoni,E. Diolaiti, E. Vernet-Viard, Baruffolo, A., C. Arcidiacono, A. Ghedina, M. Cecconi, F. Rossettini, R. Tomelleri, G. Crimi, M. Ghigo (2002) *Layer Oriented Adaptive Optics: from drawings to metal*, Proc. SPIE Conf. Astron. Tel. and Instr., **4839** in stampa

(256) G. Fasano,B. Poggianti, D. Bettoni E. Pignatelli, C. Marmo, M. Moles, P. Kiærgaard, J. Varela, A. Couch e A. Dressler, 2003, *The WINGS Survey: a progres report*, Proc. of the SAIt conf 2002, Mem.SAIt., in stampa

(257) A. Ghedina, M. Cecconi, R. Ragazzoni, J. Farinato, A. Baruffolo, G. Crimi, E. Diolaiti, S. Esposito, L. Fini, M. Ghigo, E. Marchetti, T. Niero, A. Puglisi (2002) *Testing the Pyramid Wavefront sensor on the sky*, Proc. SPIE, 4839, in stampa

(258) E. Giro, C. Bonoli, F. Leone, E. Molinari, C. Pernechele, A. Zacchei, (2002), *Polarization properties at nasmyth foci of the alt-azimutal TNG Telescope*, Astronomical Telescopes and Instrumentation, Waikoloa, Hawaii, in stampa

(259) E. Giro, C.Pernechele, T.Tomov, U.Munari, F. Boschi (2002), *Spectro/photo-polarimetry of symbiotic stars at Asiago Observatory*, in ASP conference series 2002, in stampa

(260) R.G. Gratton et al. (2002), *Abundances in turn-off and subgiant stars in globular clusters*, in "Observed HR diagrams and stellar evolution", T. Lejeune & J. Fernandes eds., ASP Conf Ser., in stampa

(261) R. Gratton, M. Barbieri ,G.Bonanno, E. Brocato,E. Carretta, R. Claudi, R. Cosentino, S. Desidera,M. Dolci, M. Endl , S. Lucatello, F. Marzari , S.Scuderi (2002), Proceedings of Washington ESP Congress, in stampa

(262) R.G. Gratton, A. Bragaglia, E. Carretta, G. Clementini, F. Grundahl (2002), *New determination of the distance to NGC6397, NGC6752, and 47 Tuc based on main sequence fitting*, in "New Horizons in Globular Cluster Astronomy", Padova, June 2002

(263) R.G. Gratton, E. Carretta, R. Claudi, S. Desidera, S. Lucatello, G. Bonanno, R. Cosentino, S. Scuderi, M. Barbieri, F. Marzari, M. Endl, E. Brocato, M. Dolci, G. Valentini (2002), *SARG Extra Solar Planet Search: hunting for planets around stats in wide binaries*, in "Scientific Frontiers in Research on Extrasolar Planets", ASP Conf. Ser. in stampa

(264) L. Greggio, *The Color-Magnitude Diagram of composite stellar populations*, to appear in "Observed HR diagrams and stellar evolution", (Coimbra, 2001), T. Lejune & J. Fernandez eds, ASP Conf. Ser.

(265) C. Gruppioni, G. Zamorani, P. Ciliegi, F. Pozzi, C. Lari, A. Franceschini (2002), *The 15-μm Extragalactic Source Counts and the MIR-Radio Correlation*. Proc. of the Fifth Italian Conference on AGNs, Como, June 11–14, 2002. Available WWW (World Wide Web):
http://www.merate.mi.astro.it/ gabriele/agn5/agn5.html

(266) E. V. Held, A. Moretti, L. Federici, C. Cacciari, L. Rizzi, V. Testa (2002), *VLT spectroscopy of globular clusters in the Sombrero galaxy*, in ESO Workshop "Extragalactic Globular Cluster Systems", ESO Astrophysics Symp., ed. M. Kissler-Patig (Springer-Verlag, Heidelberg), in stampa

(267) M. Hoffmann, G. Pignata, C. Barbieri, I. Bertini, M. Calvani, R. Claudi, G. Hahn, S. Magrin, S. Mottola, G. Neukum (2002),*The ADAS inner solar system project*, at ADAS Conference, in stampa

(268) U. Hopp, L. Greggio, *Comparing the old Stellar Population in Globulars and Dwarf Galaxies: The Cases of Phoenix and Leo A*, to appear in New Horizons in Globular Cluster Astronomy", (Padova, June 2002), G. Piotto, G. Meylan, G. Djorgovski, & M. Riello eds, ASP Conf. Ser.

(269) R. Jurdana-Sepic, U. Munari (2002), *Digging the Asiago plate archive for symbiotic stars*, in "Symbiotic Stars probing Stellar Evolution", R.M.L.Corradi et al. ed.s, ASP Conf. Ser., in stampa

(270) J.K. Kotilainen, R. Falomo, A. Treves (2002), *Black hole masses of BL Lac objects* Proc. High Energy Blazar Astronomy, Turku 2002, PASP conf. in stampa

(271) J.K. Kotilainen, R. Falomo, A. Treves (2002), *Black hole masses of BL Lacs* Proc Mex, Galaxy Evolution:Theory and Observations.

(272) Y. Krongold, D. Dultzin-Hacyan, & P. Marziani (2002), Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy Abstract Book, meeting held in Meudon, France, July 23-27, 2002, Eds.: S. Collin, F. Combes and I. Shlosman, ASP Conf. Ser., in stampa

(273) C. Lari, M. Vaccari, G. Rodighiero, D. Fadda, C. Gruppioni, F. Pozzi, A. Franceschini, G. Zamorani (2002), *The LARI Method for ISO-CAM/PHOT Data Reduction and Analysis*. Proc. of the Symposium: Exploiting the ISO Data Archive: Infrared Astronomy in the Internet Age, Sigüenza, June 24 - 27, 2002. Eds. C. Gry et al. – ESA SP-511, in stampa

(274) S. Lucatello, R.G. Gratton (2002), *The rotation of MS stars in 47 Tuc, NGC6397 and NGC6752*, in "Observed HR diagrams and stellar evolution", T. Lejeune & J. Fernandes eds., ASP Conf Ser., in stampa

(275) L. Magrini, R.L.M. Corradi, U. Munari (2002), *A search for symbiotic stars in the Local Group*, in "Symbiotic Stars probing Stellar Evolution", R.M.L.Corradi et al. ed.s, ASP Conf. Ser., in stampa

(276) E. Marchetti, N. Hubin, E. Fedrigo, J. Brynnel, B. Delabre, R. Donaldson, F. Franza, R. Conan, M. Le Louarn, C. Cavadore, A. Balestra, D. Baade, J.-L. Lizon, R. Gilmozzi, G. Monnet, R. Ragazzoni, C. Arcidiacono, A. Baruffolo, E. Diolaiti, J. Farinato, E. Viard, D. Butler, S. Hippler, A. Amorim (2002) *MAD the ESO multi-conjugate adaptive optics demonstrator* Proc. SPIE, 4839, in stampa

(277) I. Marquez, J. Masegosa, M. Moles, J. Varela D. Bettoni e G. Galletta, (2003), *Isolated and midly interacting spiral galaxies: Rotation curves and metallicities* in *The Evolution of galaxies III-From simple approaches to self consistent models*, Kiel in stampa

(278) P.M. Marrese, U. Munari (2002), *GAIA Spectroscopy of symbiotic stars*, in "GAIA Spectroscopy, Science and Technology", ASP, San Francisco, in stampa

(279) P.M. Marrese, U. Munari (2002), *High resolution spectral survey of symbiotic stars in the near-IR over the GAIA wavelength range*, in "Symbiotic Stars probing Stellar Evolution", R.M.L.Corradi et al. ed.s, ASP Conf. Ser., in stampa

(280) P.M. Marrese, U. Munari, F. Boschi (2002), *Extending the mapping of the MK system*, in "GAIA Spectroscopy, Science and Technology", ASP, San Francisco, in stampa

(281) P. Marziani, C. Bongardo, V. Braito, R. Zamanov, M. Calvani, J. W. Sulentic, D. Dultzin-Hacyan (2002), *The Relationship between BAL QSOs and the General Population of AGN*, in "Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy", Abstract Book, meeting held in Meudon, France, July 23-27, 2002, Eds.: S. Collin, F. Combes and I. Shlosman, ASP Conf. Ser., in stampa

(282) P. Marziani, J. W. Sulentic, R. Zamanov, M. Calvani (2002), *The Very Broad Line Region of AGN*, Proc. "XLVI Congresso Nazionale Società Astronomica Italiana", Padova, 10-12 Aprile 2002, Mem. SAIt., in stampa

(283) P. Marziani, R. Zamanov, J. W. Sulentic, M. Calvani, D. Dultzin-Hacyan (2002), *High Ionization Winds in the Narrow Line Region of AGN*, in Proc. "XLVI Congresso Nazionale Società Astronomica Italiana", Padova, 10-12 Aprile 2002, Mem.SAIt., in stampa

(284) P. Marziani, R. Zamanov, J. W. Sulentic, D. Dultzin-Hacyan, C. Bongardo, M. Calvani (2002), *Broad Line Region Structure Along Eigenvector 1*, in "Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy", Abstract Book, meeting held in Meudon, France, July 23-27, 2002, Eds.: S. Collin, F. Combes and I. Shlosman, ASP Conf. Ser., in stampa

(285) G. Matt, V. Braito, M. Brusa, C. Bongardo, A. Caccianiga, F. La Franca, A. Marconi, P. Marziani (2002), *Obscuration and reprocessing in the cosmic history of Active Galactic Nuclei*, Proc "XLVI Congresso Nazionale Società Astronomica Italiana", Padova, 10-12 Aprile 2002, Mem.SAIt., in stampa

(286) P. Mazzali, K. Nomoto, M. Turatto (2003), *The Energetics of SN 2002ap in the context of core–collapse SNe*, MemSAIt, in stampa

(287) E. Molinari, C. Bertarelli, A. Bianco, F. Bortoletto, P. Conconi, G. Crimi, M. C. Gallazzi, E. Giro, A. Lucotti, C. Pernechele, F. M. Zerbi, G. Zerbi (2002), *Rewritable photochromic focal plane masks*, in SPIE, Hawaii 2002, vol. 4843-18, in stampa

(288) A. Moretti, E. V. Held, L. Federici, C. Cacciari, L. Rizzi, V. Testa (2002), *Spectroscopy of Globular Clusters in M104*, in "New Horizons in Globular Cluster Astronomy", ASP Conf. Ser. , eds. G. Piotto, G. Meylan, G. Djorgovski, & M. Riello (ASP, San Francisco), in stampa

(289) A. Moretti, E. V. Held, L. Rizzi, V. Testa, L. Federici, C. Cacciari (2002), *Wide field photometry of the M104 globular cluster system*, in ESO Workshop "Extragalactic Globular Cluster Systems", ESO Astrophysics Symp., ed. M. Kissler-Patig (Springer-Verlag, Heidelberg), in stampa

(290) U. Munari (2002), *The Asiago Database on Photometric Systems*, in "III Italian National IR Workshop", M. Busso ed., MemSAIt, in stampa

(291) U. Munari (2002), *GAIA spectroscopy of peculiar stars*, in "GAIA Spectroscopy, Science and Technology", ASP, San Francisco, in stampa

(292) U. Munari, A. Henden A. (2002), *UBVRI photometric sequences around symbiotic stars*, in "Symbiotic Stars probing Stellar Evolution", R.M.L.Corradi et al. ed.s, ASP Conf. Ser., in stampa

(293) U. Munari, D.Katz, T.Zwitter, M.Cropper (2002), *On the accuracy of GAIA radial velocities*, in "GAIA Spectroscopy, Science and Technology", ASP, San Francisco, in stampa

(294) A. Pastorello, E. Baron, S. Benetti, D. Branch, E. Cappellaro, F. Patat, M. Turatto, L. Zampieri, M. Hamuy, M. Armstrong, P. Meikle (2003),*Faint Core-Collapse Supernovae*, in "From Twilight to Highlight: The Physics of Supernovae", Eds. W.Hillebrandt & B.Leibundgut, Springer-Verlag in stampa

(295) F. Pedichini, E. Giallongo, R. Ragazzoni, A. Di Paola, A. Fontana, R. Speziali , A. Baruffolo, C. Magagna, E. Diolaiti, F. Pasian, R. Smareglia, E. Anaclerio, D. Gallieni, P. G. Lazzarini (2002), *LBC: the prime focus optical imagers at the LBT telescope* Proc. SPIE, 4841, in stampa

(296) C. Pernechele, E. Giro, D. Fantinel (2002), *Device for optical linear polarization measurements with a single exposure*, in SPIE, Hawaii 2002, vol. 4842-22, in stampa

(297) C. Pernechele, U. Munari (2002), *Bragg gratings in multi-mode fiber optics for wavelength calibration of GAIA and RAVE spectra*, in "GAIA Spectroscopy, Science and Technology", ASP, San Francisco, in stampa

(298) L. Pigatto (2002), *Astronomical observations made by Jesuits in Peking during the 17th and 18th centuries*, IAU Conference *Astronomical Instruments and Archives from the Asia-Pacific Region*, Cheongju, Korea, 2-5 July 2002.

(299) M. Riello, G. Altavilla, E. Cappellaro, S. Benetti, A. Pastorello, F. Patat, M. Prevedello, M. Turatto, L. Zampieri, *An Intermediate Redshift Supernova Search at ESO: Reduction Tools And Efficiency Tests*, in "From Twilight to Highlight: The Physics of Supernovae", Eds. W.Hillebrandt & B.Leibundgut, Springer-Verlag in stampa

(300) L. Rizzi, E. V. Held, G. Bertelli, E. Nasi, I. Saviane, A. Vallenari (2002), *The Coimbra Experiment: results from Group 2*, in "Observed HR diagrams and stellar evolution: the interplay between observational constraints and theory", ASP Conf. Ser. , T. Lejeune & J. Fernandes Eds. (ASP, San Francisco), in stampa

(301) L. Rizzi, E. V. Held, Y. Momany, I. Saviane, G. Bertelli, A. Moretti (2002), *The Padova Survey of Local Group Galaxies*, in "XLVI Annual Meeting of the Italian Astronomical Society", Mem. S.A.It., in stampa

(302) L. Rizzi, E. V. Held, I. Saviane, Y. Momany, G. Clementini, G. Bertelli (2002), *Wide Field HR diagrams of Local Group Dwarf Galaxies*, in "Observed HR diagrams and stellar evolution: the interplay between observational constraints and theory", ASP Conf. Ser. , T. Lejeune & J. Fernandes Eds. (ASP, San Francisco), in stampa

(303) A. Siviero, U. Munari (2002), *HeI 4471, 5876, 6678, 7065 Å lines in symbiotic stars*, in "Symbiotic Stars probing Stellar Evolution", R.M.L.Corradi et al. ed.s, ASP Conf. Ser., in stampa

(304) R. Sordo R., U. Munari (2002), *The Asiago Database of Spectroscopic Databases*, in "GAIA Spectroscopy, Science and Technology", ASP, San Francisco, in stampa

(305) L. Terenzi, M. Bersanelli, C. Burigana, R.C. Butler, G. De Zotti, N. Mandolesi, A. Mennella, G. Morgante, M. Sandri, L. Valenziano, F. Villa (2002), *Sources Variability with Planck LFI*, Proc. Workshop on "Experimental Cosmology at millimeter wavelengths", Cervinia, Italy, 9-13 July 2001, AIP conf. proc., in stampa

(306) D. Thomas, R. Bender, U. Hopp, C. Maraston, L. Greggio, *Kinematics and stellar populations of 17 dwarf early-type galaxies*, to appear in "The Evolution of Galaxies. III - From Simple Approaches to Self-consistent Models" (Kiel, July 2002), G. Hensler et al. eds.

(307) N. Tomov, M. Tomova, R. Zamanov (2002), *Spectral observations of Z Andromedae during quiescence and its 2000 active phase*, in "Symbiotic stars probing stellar evolution", eds. R.L.M. Corradi, J. Mikolajewska, T. Mahoney, ASP Conf. Ser., in stampa

(308) A. Treves, N. Carangelo, R. Falomo, J.K. Kotilainen (2002), *Mass of BL Lac objects from the velocity dispersion of the host galaxy*, Conference proceeding "Active Galactic Nuclei: From Central Engine to Host Galaxy", Meudon, France, 23-27 July 2002; ASP Conf. Ser., in stampa

(309) A. Vallenari, G.Bertelli, C.Chiosi, E.Nasi, S.Pasetto, G.Carraro (2002), *3-D Structure of the Galaxy from Star-Counts*, MemSAIT, in stampa

(310) A. Vallenari, A. Moretti, E. Held, L. Rizzi e D. Bettoni, 2003, *Cluster formation in the LMC*, in "New Horizons in Globular Cluster Astronomy", ASP Conf. Ser. in stampa eds. G. Piotto, G. Meylan, G. Djorgovsky and M. Riello

(311) E. Vernet-Viard, R. Ragazzoni, E. Diolaiti, R. Falomo, J. Farinato, E. Fedrigo, E. Marchetti, C. Arcidiacono, A. Baruffolo, S. Esposito, A. Tordi, M. Carbillet, C. Verinaud (2002) *The Layer Oriented wavefront sensor for MAD: status and progress report*, Proc. SPIE, 4839, in stampa

(312) G.S. Wright, F. Bortoletto, C.F. Bruce, E.F. van Dishoeck, A.R. Karnik, P.O. Lagage, M.E. Larson, D. Lemke, G. Oloffson, E.A. Miller, T.F. Henning, S. Heys, T. Ray, J. Rodriguez, E. Serabyn, I. Walters (2002), *The NGST MIRI instrument*, Astronomical Telescopes and Instrumentation, Waikoloa, Hawaii, in stampa

(313) R. Zamanov, P. Marziani (2002) *Nanoquasars? (from Symbiotic stars to Quasars)*, in "Symbiotic stars probing stellar evolution", eds. R.L.M. Corradi, J. Mikolajewska, T. Mahoney, ASP Conf. Ser., in stampa

(314) R. Zamanov, J. Martì, P. Marziani (2002), *Radio and X-ray variability of LSI+61^{0}303* , in Proc. "XLVI Congresso Nazionale Societa' Astronomica Italiana", Padova, 10-12 Aprile 2002, Mem. SAIt, in stampa

(315) R. Zamanov, P. Marziani (2002), *Similarity of emission lines of accretind white dwarfs and quasars* , in "White Dwarfs", eds. D. de Martino, R. Kalytis, R. Silvotti, J.E. Solheim, NATO Science Series II - Mathematics, Physics and Chemistry, Kluwer Academic Publishers, in stampa

(316) R. Zamanov, P. Marziani, V. Stanishev, N. Tomov (2002), *Mass of white dwarf in T CrB and variability of accretion disk*, in "White Dwarfs", eds. D. de Martino, R. Kalytis, R. Silvotti, J.E. Solheim, NATO Science Series II - Mathematics, Physics and Chemistry, Kluwer Academic Publishers, in stampa

(317) L. Zampieri, A. Pastorello, M. Turatto, E. Cappellaro, S. Benetti, G. Altavilla, P. Mazzali, M. Hamuy (2003), *Peculiar, Low Luminosity Type II Supernovae: Site of Black Hole Formation?*, in "From Twilight to Highlight: The Physics of Supernovae", Eds. W.Hillebrandt & B.Leibundgut, Springer-Verlag, in stampa

(318) L. Zampieri, A. Pastorello, M. Turatto, E. Cappellaro, S. Benetti, G. Altavilla M. Mazzali, M. Hamuy (2003), *Core–Collapse supernovae and evidence of Black Hole formation*, MemSAIt, in stampa

(319) F.M. Zerbi, E.V. Held, S. Ciroi, P. Conconi, A. Fernandez-Soto, A. Franceschini, L. Guzzo, R. Mazzoleni, E. Molinari, P. Rafanelli, D. Rizzo, L. Rizzi (2002), *Retrofitting focal reducers spectrograph with removable integral field units*, SPIE, 4842, Power Telescopes and Instrumentation into the New Millennium, in stampa

11 ELENCO DEL PERSONALE

11.1 Personale di ricerca

ASTRONOMI ORDINARI

Benacchio Leopoldo
Bortoletto Fabio
Calvani Massimo
De Zotti Gianfranco
Gratton Raffaele

ASTRONOMI ASSOCIATI

Andreani Paola Michela
Bonoli Carlotta
Bressan Alessandro
Buson Lucio
D'Alessandro Maurizio
Falomo Renato
Greggio Laura
Iijima Takashi
Munari Ulisse
Nasi Emma
Sabbadin Franco
Turatto Massimo

ASTRONOMI RICERCATORI

Baruffolo Andrea
Benetti Stefano
Bettoni Daniela
Carretta Eugenio
Claudi Riccardo
Cremonese Gabriele
Fantinel Daniela
Fasano Giovanni
Granato GianLuigi
Gruppioni Carlotta
Held Enrico
Marziani Paolo
Mazzei Paola
Pernechele Claudio
Pigatto Luisa
Poggianti Bianca Maria
Rampazzo Roberto
Vallenari Antonella
Zampieri Luca

11.2 Personale amministrativo – tecnico – ausiliario

AREA AMMINISTRATIVA

Bianchini Carla Anna
Bovo Bianca
Busato Andrea
Carraro Sabrina
Cecchinato Antonella
Faro Daniela
Gala Emanuele
Locatelli Mariangela
Mesin Silvia
Perlari Chiara
Pescarolo Antonio
Ronzani Cristina
Salvagno Walter
Tagliaro Elisabetta

AREA BIBLIOTECHE

Miceli Rosalia
Toniolo Claudia

AREA ELABORAZIONE DATI

Boccato Caterina
Candeo Giovanni Emanuele
Castiello Mosè
Fant GianMarco
Paoletti Lorenzo
Pastore Serena
Petrella Amedeo
Rigoni Alberico

AREA TECNICA, TECNICO-SCIENTIFICA

Bozzato Evaristo
Chiomento Venerio
Contri Lino
Dalle Ave Sergio
Di Cicco Nicola
Farisato Giancarlo
Frigo Aldo
Gianesini Giacomo
Giro Enrico
Lessio Luigi
Martorana Giorgio
Rebeschini Mauro
Rigoni Italo
Rigoni Lucio
Satta Antonello
Segafredo Alfredo
Stefani Ivan
Strazzabosco Diego
Tomasella Lina
Traverso Luciano
Zanini Valeria

AREA SERVIZI GENERALI

Alemanno Monica
Casotto Patrizia

Padovano Giovanni
Pesavento Mario
Rizzo Andrea

ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
Osservatorio Astronomico
di Padova

Vicolo dell'Osservatorio 5, 35122 Padova

Padova, 20 Febbraio 2003

RELAZIONE DEL DIRETTORE,
ALLEGATA AL CONTO CONSUNTIVO DEL 2002
(approvato dal C.O. nella riunione del 21/02/2003)

1. Premessa.

Scopo della presente relazione è illustrare l'andamento generale della gestione finanziaria dell'INAF- Osservatorio Astronomico di Padova, nonché dei fatti economicamente rilevanti verificatisi anche dopo la chiusura dell'esercizio, con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

a) risultati generali della gestione del bilancio e gli effetti che da essa sono derivati alla consistenza del patrimonio;
b) variazioni apportate alle previsioni nel corso dell'esercizio;
c) variazioni intervenute nella consistenza delle poste dell'attivo e del passivo del conto patrimoniale;
d) risultati generali del conto consuntivo, compresa l'analisi economica dei fatti di gestione.

2. Andamento della gestione finanziaria.

Com'è noto il 1° gennaio 2002 tutti gli Osservatori Astronomici sono confluiti nell'Istituto Nazionale di Astrofisica, questo ha comportato, dal punto di vista contabile, l'utilizzo di un unico piano dei conti predisposto dal gruppo di lavoro a suo tempo appositamente costituito. La ferrea distinzione tra parte corrente e conto capitale, che si era un po' persa nel precedente piano dei conti, ha permesso, tra l'altro, di predisporre il conto economico e la situazione patrimoniale in modo tale che vi sia una corrispondenza tra il risultato economico dell'esercizio e la variazione che il patrimonio netto ha subito, nello stesso periodo, per effetto della gestione, come richiesto dai principi di ragioneria in tema bilancio. E' ovvio che non si tratta di una vera contabilità economica ma solo di un aiuto finalizzato a rendere un'idea delle grandezze

economiche e del loro legame con quelle finanziarie. E' risaputo che i singoli Osservatori, nell'attesa dell'INAF, non hanno mai adeguato il loro sistema contabile ai contenuti della legge 94/1997 come richiesto dall'art. 1, comma 3, del D. lgs. 279/1999.
Si auspica che l'INAF fornisca il più presto possibile un *software* adeguato in grado di rilevare i fatti di gestione, non solo nell'aspetto finanziario, ma anche dal punto di vista economico, in modo tale da poter fare una corretta analisi degli equilibri, economico, finanziario e patrimoniale, indispensabili al fine di una sana e prudente gestione. Tale software doveva giá essere fornito nel corso del 2002, e siamo in attesa di istruzioni da parte dell'Amministrazione centrale.

1. *Stipendi e compensi accessori.*
   La spesa complessiva per gli stipendi del personale è stata di euro 3.332.440 (importo arrotondato) ed è così articolata[1]:
   - Stipendi personale di ricerca, lordo a favore del percipiente, 1.425.500 euro;
   - Stipendi personale tecnico amministrativo, lordo a favore del percipiente, 1.005.000 euro,
   - Oneri a carico ente, personale di ricerca, 531.500 euro;
   - Oneri a carico ente personale tecnico amministrativo 370.440 euro.

   La determinazione del fondo per il trattamento accessorio, anno 2002, è stata effettuata sulla base dei criteri stabiliti all'art. 67 del nuovo CCNL relativo al personale non docente del Comparto Università, entrato in vigore il 09 agosto 2000. Tuttavia, l'importo del fondo ha subito una rettifica in corso d'anno in seguito agli accordi presi nella riunione di contrattazione decentrata, tenutasi il 06 novembre 2001, per un totale, comprensivo degli oneri a carico ente, di euro 58.873. Questa cifra è contenuta nella dotazione dei capitoli di spesa 304 e 314. Se a questi importi si aggiungono anche le spese per i buoni pasto, le provvidenze, l'indennità di posizione e risultato della cat. E.P., la spesa complessiva per il personale ammonta a 3.430.000 euro, come si evince dal totale della sezione III del conto del bilancio, ed è pari a circa l'80% del finanziamento ordinario, valore inferiore al limite del 90% imposto dall'art. 51, commi 4 e 5, della legge 449/1997.
   L'incremento della spesa rispetto allo scorso anno è da imputarsi principalmente al trasferimento dagli altri osservatori, presso questa sede, di tre unità di personale di ricerca, oltre che al costo degli adeguamenti retributivi corrisposti al personale di ricerca, pari al 4,31% della retribuzione, come da D.P.C.M. del 17 maggio 2002.
2. *Spese generali di funzionamento.* Le spese complessive sostenute in c/ competenza per l'acquisto di beni e servizi sono state complessivamente di euro 401.863,71, a queste si aggiungono euro 145.032,48 per l'acquisto di automezzi, mobili attrezzature e manutenzioni straordinarie.
3. *Spese per edilizia in c/capitale.* La spesa complessiva in c/competenza per l'edilizia è stata di euro 391.480: si tratta in gran parte di spese sostenute per

[1] Cfr. sezione III dal bilancio capp. 302, 303, 304, 306, 307, 308, 313 e 314.

il restauro della Casa del Monizioniere, i cui lavori saranno completati entro marzo 2003 (con un ritardo di alcuni mesi rispetto alla previsione iniziale). Per fornire una visione più completa dell'entità dei pagamenti fatti nel corso del 2002, è bene precisare che gli stati di avanzamento dei lavori di ristrutturazione sono stati pagati a residuo, per un importo complessivo di 1.217.841 euro.

4. *Fondi per la ricerca scientifica.*

a) *Finanziamento ordinario.* La spesa a carico del finanziamento ordinario per la ricerca scientifica, comprensiva della quota di avanzo, è stata di euro 344.525[2]. Parte della cifra é stata utilizzata per il manenimento, aggiornamento e potenziamento dei telescopi della sede osservativa di Cima Ekar e per l'adeguamento degli strumenti di calcolo e della rete informatica sia nelle sedi di Padova che di asiago/Ekar.

b) *Contributi CNR.* Nel corso del 2002 l'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova ha ottenuto 3.800 euro dal CNR per il dott. Falomo, quale quota di un contratto CNR-ASI;

c) *Finanziamento ASI.* L'Osservatorio ha ottenuto 202.614,74 euro dall'ASI per i seguenti contratti:

- 16.526,61 per il contratto 1/R/73/01;
- 28.405,13 relativi al contratto I/R/117/01 "*Interferometria ottica dallo spazio per astrometria globale di alta precisione (missione Gaia)*", responsabile scientifico dott. Munari;
- 27.000 euro per il contratto I/R/217/01, responsabile scientifico Prof. De Zotti;
- 8.000 euro per il contratto I-R-047/02, responsabile scientifico dott.ssa Andreani;
- 122.683 euro per i contratti I/R137/02, I/R/086/02 e I/R050/02, seguiti dal dott. Munari, Falomo e Bortoletto.

d) *Fondi U.E.* 94.710,40, di cui 63.075,12 euro quali fondi RTN per il contratto HPRN-CT-2002-00303, con responsabile scientifico dott. Massimo Turatto; 31.635,28 quale conguaglio fondi relativi ad un contratto del 1999;

e) *Trasferimenti da enti pubblici e organismi internazionali.* Nel corso del 2002 l'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova ha ottenuto 62.302,48 euro dai seguenti enti/organismi pubblici:

- 25.822,84 euro quale contributo M.i.u.r. per il progetto "Il lego dell'Astronomia", responsabile Prof. Benacchio;
- 8.387,40 euro dall'Osservatorio di Edimburgo per il progetto NGST-MIRI, seguito dal dott. Fabio Bortoletto;
- 12.980,50 euro dall'ESA quale contributo per il progetto "Gaia" seguito dal dott. Munari;
- 2.530,64 euro dalla scuola media Vivaldi di Padova, quale contributo per la divulgazione dell'astronomia (responsabile scientifico Prof. Benacchio);

[2] Cfr. sezioni V e XI del bilancio (spesa in c/competenza).

- 12.581,10 euro dall'Astronomy technology a titolo di contributo per il progetto "Miri", seguito dal dott. Bortoletto;

f) *Trasferimenti da privati.* In relazione al citato progetto Gaia, l'Osservatorio ha ottenuto anche 1.549 euro dall'Elenia spazio;

g) *Cofin M.i.u.r.* L'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova ha ottenuto, complessivamente, 245.317,02 euro quale cofinanziamento MIUR per i vari progetti approvati nel corso 2001. A tutt'oggi non risulta ancora pervenuta la quota di COFIN 2002. Le ricerche finanziate con i fondi finalizzati (ASI, CNR, UE, NATO) sopra indicati, si sono sviluppate secondo le previsioni. Gli avanzi di amministrazione nei pertinenti capitoli di spesa sono dovuti a programmazione del loro utilizzo nel 2003.

5. *Fondi per l'edilizia.* Nel corso del 2002 l'Osservatorio di Padova ha ricevuto 309.874,14 dall'INAF Centrale, quale assegnazione fondi edilizia universitaria anno 2001, la cui somma è stata destinata ai seguenti progetti: restauro della "Casa dell'Astronomo, collegamenti e sistemazioni viarie", "Casa del Monizioniere"; acquisto scaffalature metalliche per la biblioteca della C.dM; acquisto attrezzature ed impianti per la trasmissione dati "Casa del Monizioniere". Sempre nel corso del 2002 il Magistrato alle acque di Venezia, nel rispetto dell'accordo di programma sottoscritto il 03 ottobre 2000, ha rimborsato 178.952,30 euro quale somma anticipata da questo Osservatorio per i lavori di restauro relativi al II stralcio della Casa del Monizioniere.
6. *Divulgazione scientifica.* L'attività scientifica e divulgativa svolta dall'ente ad Asiago nel corso del 2002 ha riscosso un notevole successo tra il "pubblico". Anche l'attività di divulgazione tramite internet, condotta sotto la supervisione del Prof. Benacchio, ha ottenuto un ottimo successo.
7. *Attività museali e di storia dell'Astronomia.* Queste attività sono continuate con successo nell'anno 2002 ed in particolare le visite guidate alla Specola hanno mantenuto un flusso di visitatori in aumento rispetto all'anno 2001.

3. Risultati generali della gestione del bilancio ed effetti sulla consistenza del patrimonio.

L'esercizio finanziario 2002 si è concluso con un avanzo di amministrazione di euro 1.405.105,31, così composto (importi arrotondati all'euro):
1.873 euro relativi ai compensi dei membri degli organi collegiali decaduti con l'entrata in funzione dell'INAF, si tratta di somme finalizzate ad estinguere gli ultimi pagamenti in sospeso;
2.137 euro nel capitolo indennità e rimborsi al direttore;
22.758 euro relativi alla sezione III "oneri per il personale in attività di servizio";
4.364 euro derivano dalla sez. IV "spese per l'acquisto di beni di consumo";
80.696 euro dalla sez. V "spese correnti per la ricerca scientifica", si tratta di un avanzo per lo più derivante dal cap. 506 "spese per il personale esterno", il cui ammontare è stato portato a nuovo come dotazione dello stesso;

311.284 euro derivano da fondi finalizzati per la ricerca scientifica; si tratta di finanziamenti a riporto obbligato il cui utilizzo è pluriennale;
653 euro da oneri tributari e finanziari;
81.898 euro dal fondo di riserva, di cui 71.140,00 riguardano l'accantonamento ex decreto del Ministero delle Finanze del 29/11/02; a tutt'oggi si è in attesa di istruzioni in merito al suo utilizzo;
9.980 euro quale avanzo dai capitoli relativi alle manutenzioni straordinarie degli immobili;
27.746 dai capitoli si spesa della sez XI "spese di investimento per la ricerca" di cui 21.764 riguardano avanzi da manutenzioni straordinarie la cui programmazione supera l'anno;
673.577 euro dai capitoli dell'edilizia quale avanzo finalizzato a copertura di obbligazioni giuridiche già perfezionate alla data di chiusura dell'esercizio;
188.166 euro, quale avanzo relativo alla parte in c/capitale dei finanziamenti per la ricerca scientifica finalizzati. Si tratta di somme ridistribuite nei pertinenti capitoli di spesa.
Ciò posto, considerato che l'avanzo di amministrazione già applicato al bilancio di previsione per l'anno 2003 è stato di euro 1.316.900,34, rimangono da distribuire, dopo l'approvazione del consuntivo, 88.204,97 euro.

4. Residui

Come evidenziato nell'allegato D "Situazione patrimoniale dell'esercizio 2002", la posta dei residui attivi ha avuto una variazione in aumento di 709.470,64 euro in seguito ad una quota di fondo per il finanziamento ordinario 2002 il cui importo risultava accertato ma non riscosso alla data di chiusura della Banca di Roma, ovvero il 20 dicembre. Sul punto si segnala che l'Istituto cassiere, contrariamente a quanto faceva la Cassa di Risparmio di Padova e Rovigo, non riscuote più entrate dopo la chiusura.

A tutt'oggi risultano regolarmente riscossi residui attivi per un importo di 696.186,66 euro, mentre 13.283,98 euro, relativi a missioni di cui si è già inoltrata la richiesta di rimborso all'Amministrazione centrale, non risultano ancora pervenuti.

I residui passivi relativi agli esercizi precedenti, 409.861,87 euro, derivano principalmente dai seguenti capitoli di spesa: 508 "spese per il restauro di beni storici" euro 8.325; cap. 1102 "acquisto materiale bibliografico" euro 9.642; cap. 1202 "Manutenzione straordinaria immobili" euro 19.077; cap. 1203 art. 1 "Edilizia da capitolo 7109/2000" euro 170.201; cap. 1203 art. 2 "Edilizia con fondi ordinativo 67", euro 140.371; cap. 1203 art. 5 "anticipazioni contr. Magistrato" euro 46.140;

Le principali voci cui si riferiscono i residui passivi dell'esercizio 2002, pari a 667.683,54 euro, sono: cap. 415 "spese pulizia locali" euro 10.829; cap. 417-02 "manutenzione ordinaria impianti euro 10.179; cap. 421 "onorari e compensi incarichi di coll." euro 21.402; cap. 506 "Spese per personale esterno" euro

29.579; cap. 601 "ASI" euro 9.711; cap. 603 "cofin Miur" euro 70.651; cap. 605 "trasferimenti da enti privati" euro 31.210; cap. 606 "Trasferimenti da enti pubblici e organismi privati" euro 17.661; cap. 1001 "acquisto e manutenzione straordinaria impianti e attrezzature" euro 67.130; cap. 1003 "acquisto mobili e macchine d'ufficio" euro 43.863; cap. 1101 "acquisto e manutenzione straordinaria impianti e attrezz. scientifiche" euro 38.969; cap. 1102 "acquisto materiale bibliografico" euro 38.162; cap. 1202 "Spese per l'edilizia finanziate dall'INAF" euro 43.427; cap. 1203 "spese per l'edilizia non finanziate dall'INAF" art. 4 "edilizia con fondi interni" euro 171.028; cap. 1301 "ASI in c/ capitale" euro 29.575;

Le cifre più consistenti riguardano i capitoli dell'edilizia; ancora nel corso del 2001, si è provveduto ad impegnare l'importo del contratto stipulato con la ditta SAC - compreso l'atto aggiuntivo – relativo al restauro della Casa del Monizioniere, per un totale di euro 2.039.206,19; a questa cifra va poi aggiunto il II atto aggiuntivo, stipulato nel corso del 2002, che ha comportato un maggior impegno di spesa pari a 144.130,23 euro. Rispetto al totale impegnato (2.183.336,42 euro) sono stati pagati nel corso del 2001, in seguito alla presentazione di regolari fatture da parte della ditta costruttrice, 464.651 euro e 1.217.841,49 nel corso del 2002. A tutt'oggi rimangono da pagare 500.843,93 euro. Alcuni lavori di edilizia, quali il restauro della porta Duecentesca ed il completamento casa dell'Astronomo e facciata ala Nord, che dovevano essere iniziati nel corso del 2002, sono stati rimandati di qualche mese in attesa del completamento della casa del Munizioniere, per motivi di sicurezza legati alla copresenza di piú cantieri nella stessa area.

5. Variazioni apportate alle previsioni nel corso dell'esercizio

Conformemente a quanto previsto dall'art. 19, comma 4, del Regolamento di finanza e contabilità dell'INAF, tutte le variazioni apportate alla previsione iniziale contenuta nel bilancio preventivo 2002 e relative a nuove/maggiori entrate senza vincolo di destinazione, sono state approvate dal Consiglio di Osservatorio, le restanti entrate, prodotte da fondi finalizzati, sono state invece solamente oggetto di comunicazione allo stesso Consiglio.

Tutte le variazioni sono motivate nei verbali delle riunioni del C.O. in data: 15.02.02; 26.03.02; 17.04.02; 12.06.02; 26.09.02; 04.12.02 e 18.12.02.

6. Variazioni della consistenza delle poste dell'attivo e del passivo patrimoniale

L'allegato D riporta la consistenza degli elementi patrimoniali attivi e passivi all'inizio ed alla fine dell'esercizio, con l'indicazione delle variazioni verificatesi nelle attività e nelle passività. Nell'esercizio 2002 sono stati acquistati mobili arredi e macchine d'ufficio per 9.011,90 euro; strumenti tecnici ed attrezzature per 361.092,75 euro; automezzi per 10.380 euro; mobili arredi e macchine d'ufficio per 9.011,90 euro; materiale bibliografico per 70.525,88 euro; altri beni per un importo di 1.069,70 euro

Per contro, si sono scaricati, con le procedure previste dalla normativa vigente, beni per un totale di 28.135,22: si tratta per lo più di strumenti tecnici e attrezzature obsolete, arredi rotti o non più riparabili il cui valore reale è pressoché nullo.

La posta patrimoniale immobili ha subito una variazione aumentativa di 344.389,88 euro, quale aumento di valore per interventi di manutenzione straordinaria sui beni immobili. E' appena il caso di precisare che attualmente l'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova non è in possesso di una valutazione precisa del patrimonio immobiliare. In tal senso si valuti che "La Spescola" e la "Casa del Monizioniere" sono immobili facenti parte del compendio ex Castello Carrarese e quindi beni demaniali in uso perpetuo all'Osservatorio. Il 29 ottobre 2001, chi scrive, su impulso dell'Amministrazione centrale, nella prospettiva dell'entrata in funzione dell'INAF, ha chiesto all'Agenzia del Demanio una valutazione di tali beni, al fine di calcolare il valore del diritto reale di godimento da iscrivere in bilancio. Il Demanio ha risposto con nota del 06 novembre 2001 dalla quale si evince che, trattandosi di beni dichiarati di "importante interesse artistico – storico", non sono suscettibili di valutazione.

Quest'anno, alla luce del nuovo piano dei conti, che, come già precisato, ha ripristinato la suddivisione fra parte corrente e in c/capitale del conto del bilancio, gli accertamenti delle entrate relative a trasferimenti in c/capitale sono stati chiusi nel passivo della situazione patrimoniale, precisamente nella posta "trasferimenti in c/capitale": si tratta di una posta indispensabile al fine di garantire la corrispondenza tra la variazione del patrimonio netto ed il disavanzo/avanzo economico risultante dal conto economico.

7. **Risultato economico dell'esercizio**

Pur non essendo previsto dal regolamento di finanza e contabilità dell'Osservatorio Astronomico di Padova, ancora parzialmente in vigore alla luce di quanto contenuto nell'art. 31, comma 3, del Regolamento di finanza e contabilità dell'INAF, tra gli allegati compare anche il conto economico, predisposto secondo lo schema previsto dal D.p.r. 1104/1986. Ovviamente, il prospetto ha subito alcune modifiche rispetto alla struttura originaria, in quanto, dal 1997, i singoli osservatori liquidano e pagano anche gli stipendi al personale: lo schema proposto dal legislatore nel 1986 non prevedeva questa posta, si aggiunga poi che i titoli e le sezioni del bilancio sono stati

ulteriormente modificati, rispetto a quelli previsti dal citato D.p.r., alla luce del nuovo regolamento di finanza e contabilità dell'INAF.

Come si evince dal prospetto di conciliazione, che permette, con apposite rettifiche, di passare dai dati finanziari a quelli economici, gli accertamenti delle entrate correnti del conto del bilancio sono stati riportati quali ricavi del conto economico, mentre le relative somme accertate ma non riscosse alla data di chiusura dell'esercizio (crediti di funzionamento) hanno alimentato la posta dei residui attivi e sono stati iscritti tra le attività della situazione patrimoniale finale.

Quali componenti straordinari di reddito tra i ricavi va riportato il riaccertamento dei residui passivi che trova la sua contropartita in una diminuzione dei residui passivi indicati nella situazione patrimoniale.

Gli impegni in c/competenza, integrati e/o rettificati, hanno alimentato i costi del conto economico; le somme impegnate ma non pagate al 31.12.2002 (debiti di funzionamento) sono state riportate quali residui passivi nella sezione delle passività della situazione Patrimoniale finale. Non compaiono risconti attivi e/o ratei passivi, in quanto i contratti stipulati dall'osservatorio hanno una durata coincidente con l'esercizio amministrativo e quindi non ci sono costi "a cavallo" tra due periodi amministrativi.

Tra i componenti di reddito che non danno luogo a movimenti finanziari del conto economico, vanno poi rilevate le dismissioni dei beni strumentali in seguito al loro scarico inventariale, che trovano la loro contropartita nelle diminuzioni di attività immobilizzate dello s.p..

Tra i costi del conto economico non compaiono gli ammortamenti: il *software* di contabilità attualmente in uso presso l'Osservatorio Astronomico non permette di calcolarli.

Come già accennato nel punto 6, gli accertamenti delle entrate in c/ capitale sono stati riportati nel passivo della situazione patrimoniale, precisamente nella posta "conferimenti di capitale", conformemente a quanto previsto dal principio contabile n° 16 predisposto dal Consiglio Nazionale dei dottori commercialisti. Le entrate in c/capitale non possono essere interamente imputate a conto economico, poiché trattasi di risorse destinate alla realizzazione di un investimento ad utilità pluriennale (un'opera, l'acquisto di un impianto ecc.) e quindi "ricavi pluriennali". Nel caso contrario, verrebbe meno il principio della competenza economica alterando così il significato del risultato economico d'esercizio.

Gli impegni delle spese in c/capitale riguardano acquisti di beni inventariati e/o manutenzioni straordinarie che incrementano il valore del bene al quale si riferiscono. Gli importi sono stati riportati nell'attivo dello stato patrimoniale quale aumento dell'attivo immobilizzato in accordo con i dati forniti da chi segue l'inventario. Gli impegni non pagati per spese in c/capitale (residui passivi) compaiono nel passivo patrimoniale, nella posta residui passivi. Sarebbe più corretto, dal punto di vista ragioneristico, rilevare separatamente questi residui riportandoli nei conti d'ordine in quanto si riferiscono a beni non ancora iscritti in inventario; com'è risaputo si inventaria

non sull'impegnato ma nel momento in cui si riceve la fattura e la si paga. Tuttavia, per seguire tutti questi movimenti occorrerebbe un *software* adeguato di cui noi, attualmente, non siamo in possesso.

8. Risultati generali del conto consuntivo

La situazione patrimoniale (all. D), alla fine dell'esercizio 2002, riporta un patrimonio netto di circa 18.263.753 euro, la cui variazione in meno nel corso dell'esercizio è stata di 103.521,38 euro, che si giustifica valutando le poste contenute nel conto economico.

L'all. E (situazione amministrativa) indica entrate totali pari a 5.796.817,17 euro, cui si aggiunge un fondo di cassa al 31.12.01 di 3.770.286,16 euro, per un totale generale di 9.567.103,33 euro. Il totale dei pagamenti effettuati ammonta a 7.793.923,25 euro. La situazione amministrativa giustifica un fondo di cassa al 31.12.02 di 1.773.180.,08 euro che, sommato ai residui attivi al 31.12.02 (709.470,64 euro) e, al netto dei residui passivi alla stessa data (1.077.545,41 euro), dà un avanzo di amministrazione complessivo pari a euro 1.405.105,31, di cui 2.181,40 euro da riaccertamento dei residui.[3]

Il conto economico indica ricavi totali per 4.716.561,64 e costi totali per euro 4.820.083,02, per cui il disavanzo economico per l'anno 2002 è pari 103.501,38 ed esprime la variazione che il patrimonio netto iniziale ha subito nel corso dell'anno per effetto della gestione. In conclusione, si attesta che i dati riportati nel rendiconto finanziario corrispondono alle risultanze contabili dell'esercizio 2002.

Il Direttore
Prof. Massimo Calvani

[3] L'avanzo di amministrazione è visibile nell'ultima riga, ultima colonna a destra dell'ultima pagina (uscite) del conto del Bilancio. 2.181,40 euro da riaccertamento dei residui e 1.402.923,91 euro da economie di spesa generate dalla competenza.

INAF - OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI PADOVA

QUADRO GENERALE RIASSUNTIVO

Consuntivo di cassa 2002

	DESCRIZIONE	STANZIAMENTI DI CASSA	RISCOSSIONI		DESCRIZIONE	STANZIAMENTI DI CASS	PAGAMENTI
	Fondo di cassa	€ 3.770.286,16					
				SEZ I	*Spese per gli organi della struttura nazionale*	€ 6.318,00	€ 4.444,83
				SEZ II	*spese per gli organi della struttura scientifica*	€ 24.015,25	€ 21.877,99
				SEZ III	*Oneri per il personale in attività di servizio*	€ 3.455.774,67	€ 3.433.016,36
				SEZ IV	*Spese per l'acquisto di beni di consumo e servizi*	€ 469.517,71	€ 391.561,32
				SEZ V	*Spese correnti per ricerca scientifica*	€ 422.182,62	€ 288.056,43
				SEZ VI	*Spese correnti per la ricerca scientifica con destinazione vincolata*	€ 1.169.118,90	€ 723.426,29
				SEZ VII	*Oneri finanziari*	€ 516,46	€ 121,35
				SEZ VIII	*Oneri tributari*	€ 8.258,66	€ 8.000,43
				SEZ IX	*Spese diverse*	€ 81.868,06	
TITOLO I	*Trasferimenti correnti dall'INAF*	€ 4.246.819,36	€ 3.690.525,70	TITOLO I	*Totale*	€ 5.637.570,33	€ 4.870.505,00
				SEZ X	*Acquisto e manutenzione straordinaria immobilizzazioni tecniche*	€ 170.186,47	€ 49.211,79
				SEZ XI	*Spese di investimento per la ricerca scientifica*	€ 373.397,55	€ 258.877,91
				SEZ XII	*Spese per edilizia*	€ 2.666.837,94	€ 1.415.814,23
				SEZ XIII	*Spese di investimento per la ricerca scientifica a destinazione vincolata*	€ 414.864,37	€ 185.797,01
TITOLO II	*Trasferimenti correnti dall'INAF ad esso pervenuti con vincolo di destinaziione*	€ 467.560,88	€ 467.560,88	TITOLO II	*Totale*	€ 3.625.286,33	€ 1.909.700,94
TITOLO III	*Trasferimenti dagli altri centri di spesa*	€ -	€ -	TITOLO III		€ -	€ -
TITOLO IV	*Trasferimenti in c/capitale dall'INAF*	€ 635.373,91	€ 495.480,91				
TITOLO V	*Trasferimenti c/capitale dall'INAF ad esso pervenuti con vincolo di destinaziione*	€ 142.816,35	€ 142.816,35				
TITOLO VI	*Trasferimenti in c/capitale dagli altri centri di spesa*	€ -	€ -				
TITOLO VII	*Partite di giro*	€ 1.013.717,31	€ 1.000.433,33	TITOLO IV	*Partite di giro*	€ 1.013.717,31	€ 1.013.717,31
TOTALE		€ 10.276.573,97	€ 5.796.817,17			€ 10.276.573,97	€ 7.793.923,25